

الفصل العاشر

مهندسة المتفجرات وخصائصها

لهجة عن الصواعق والعبوات

خصائص المواد الداخلة في التصنيع

المادة	رقم الصفحة	المادة	رقم الصفحة
اليود	168	الجليسرين	196
بيروكسيد الهيدروجين	169	الجليكول	197
الاستون	170	الكحول الميثيلي	198
غاز الامونيا	171	البنزين	199
الامونياك	172	ثنائي مثيل أنيلين	200
حمض الهيدروكلوريك	173	بارا نترو انيلين	201
حمض الكبريتيك	174	هكسا كلورو ايتان	202
الهكسامين	175	الفوسفور	203
الفورم الدهايد	176	كبريتات النحاس	204
حمض الليمون	177	سكر ايريثرتول	205
حمض الخليك	178	بنثا ايريثرتول	206
كربونات الصوديوم	179	اكسيد الحديد الثلاثي	207
بيكربونات الصوديوم	180	اكسيد الحديد الثنائي	208
ازيد الصوديوم	181	اكسيد الزنك	209
حمض النتريك	182	اكسيد الكالسيوم	210
نترات الفضة	183	اكسيد الالمنيوم	211
الزئبق	183	نترات الرصاص	212
الكحول الايثيلي	184	ملدن DBP	213
الهيدرازين	185	المنغنيز	214
هيدرات الهيدرازين	185	نترات الباريوم	215
بودرة المنيوم	186	نتريت الصوديوم	216
الكربون	187	هيدروكسيد الصوديوم	217
الفحم والفحم النشط	188	النشاء	217
زيت البرافين	188	الكبروسيين	218
اوكسالات الامونيوم	189	ثنائي فنيلا مين كلور الزرنيخ	219
زهرة الكبريت	189	رابع كلوريد التيتانيوم	220
النفثالين	190	رابع كلوريد السيلكون	221
الزنك	191	حلقي الهكسان	222
المغنيسيوم	192	الرصاص	223
السكر (فركتوز)	193	برمنغنات البوتاسيوم	224
الفازلين	194	كبريتيد الفضة	225
التولوين	194		
الفينول	195		

اليود Iodine

رمزه: I

خواصه: بلورات بنية اللون

وزنها الذري: 126.9

كثافتها: 4.92 جم/سم³

درجة الغليان والانصهار: 184 درجة مئوية

الذائبية: تذوب في محلول يوديد البوتاسيوم المركز KI ، وكذلك في الكحول حيث

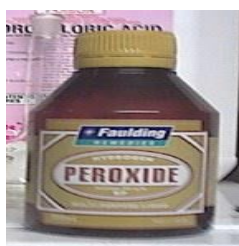
الاستخدام المدني: تستخدم كمضاد للالتهابات السطحية والجروح ، وتستخدم كذلك في صباغة النسيج ، وحفر القوالب ، وهي أيضاً تستخدم كأقراص ضد الإشعاعات النووية .

يمكن الحصول عليها من أماكن تصنيع الدواء والمطهرات ومصانع الصباغة للنسيج كَلُونٍ ، كما أن معظم اليود الموجود في الدنيا يستخلص من الطحالب البحرية ، ويمكن الحصول عليه من معدن يسمى كاليش Calisha ، وهو يحتوي على الحصى والتراب وأملاح النترات ، ويوجد كذلك في المناطق الصحراوية الجافة في أمريكا على هيئة مركب يحتوي على الايودات .

يستخدم في عمليات التصوير وكعنصر مهم في الوجبات الغذائية ويستخدم في صناعة لمبات هولوجان كوارتز ، كما يستخدم في تحضير المحرض ثلاثي أيود النيتروجين عند تفاعله مع الأمونيا .

بلورات اليود تتسامى في درجة حرارة الغرفة (أي تتحول من الحالة الصلبة إلى الحالة الغازية دون المرور بالحالة السائلة) ، وعند تسخينها في كأس زجاجي تستخدم الأبخرة المتصاعدة منها في الكشف على الأحبار السرية .

بروكسيد الهيدروجين Hydrogen Peroxide



خواصه: وهو ذو لون أزرق باهت والذي يبدو عديم اللون في المحاليل الممددة، وهو بشكل طفيف أكثر لزوجة من الماء له طعم لاذع ، وله رائحة تشبه رائحة حمض النيتريك قليلاً ، عندما يكون مركزاً 100 %

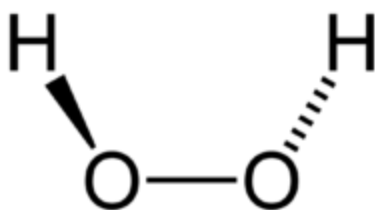
يصبح خطر ، ويمكن أن يتحلل إلى ماء و أوكسجين مع انفجار

الاستخدام المدني: تباع محاليله في الصيدليات بتركيز 3 % من أجل تطهير الجروح ، وبيع بتركيز أعلى من ذلك (من 20 – 25 %) من أجل صباغة الشعر و كمزيل للألوان الأقمشة القطنية ، له تأثير حمضي ، وهو عامل مؤكسد قوي ، ويستفاد منه لاسترجاع اللون الأبيض لللوحات الزيتية ، إذا أضيف إليه محلول كربونات الصوديوم Na_2CO_3 يتصاعد غاز ثاني أوكسيد الكربون CO_2 ، ويتكون بروكسيد الصوديوم Na_2O_2 ، وإذا كان العكس فإنه يتحلل ويتصاعد غاز الأوكسجين O_2 . وهو يتفاعل مع محلول برمنجنات البوتاسيوم KMnO_4 في وسط حمضي ويزول لون البرمنجنات (هذه طريقة من طرق الكشف عن بروكسيد الهيدروجين) ،

بعض احتياطات السلامة في التعامل معه :

- 1) احذر استنشاق الأبخرة المتصاعدة أثناء تركيزه
 - 2) لا بد من لبس النظارات والقفازات الواقية عند التعامل معه .
 - 3) عند سقوطه على الجسم اغسل مكانه بكمية وافرة من الماء .
 - 4) يتفاعل مع الخشب فيحرقه .
 - 5) يمكن تركيزه على النار مباشرة مع ملاحظة الحجم .
- * يمكن الحصول عليه مركزاً من شركات الأدوية ، أو تركيزه بواسطة تسخينه على النار واستخدام قوانين التركيز والتخفيف إذا لزم الأمر .

فوق أكسيد الهيدروجين



الاسم النظامي (IUPAC)

الهيدروجين بيروكسيد

أسماء أخرى

الأكسجيني، فوق أكسيد هيدروجين، الماء أوكسيدانت

الخصائص

صيغة جزيئية	H_2O_2
الكتلة المولية	34.0147 غ/مول
المظهر	أزرق باهت، عديم اللون في المحلول
الكثافة	1.4 غ/سم ³
نقطة الانصهار	° 11-س
نقطة الغليان	° 150.2س
الذوبانية في الماء	يمنتزج
الذوبانية	?
المخاطر	
نقطة الوميض	غير ملتهب

الاسيتون Acetone

خواصه: سائل عديم اللون ، له رائحة مميزة لطيفة مع أن أبخرته سامة تسبب دوخة وتخدير ، يمتزج مع الماء بكل النسب وهو سريع التبخر والاشتعال ، له بعض الأسماء منها كيتون بربان ، ثنائي ميثيل كيتون

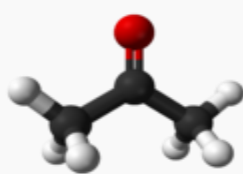
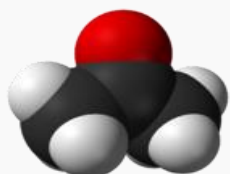
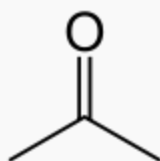
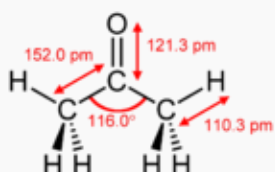


الاستخدام المدني: يستخدم كمزيل لصبغة الأظافر

والأحبار ويستخدم في ترقيق الخمور ، كما يستخدم في تحضير المادة المحرصة بروكسيد الاسيتون وفي تنقية المتفجر R.D.X ، وفي إذابة النيتروسيلولز . الحصول عليه من المكتبات بنسبة تركيز جيدة .

للكشف عليه : 1) أضف 1 ملل من محلول برمنجنات البوتاسيوم إلى 1 ملل من الاسيتون ولاحظ عدم اختفاء لون البرمنجنات

أسيتون



الاسم النظامي (IUPAC)

بروبانون

أسماء أخرى

β -ketopropane, dimethyl ketone, dimethylformaldehyde, DMK, propanone, 2-propanone, propan-2-one

الخصائص

C ₃ H ₆ O	صيغة كيميائية
58.08 غ.مول ⁻¹	كتلة مولية
سائل عديم اللون (أبيض كالتلج عندما يكون صلباً)	المظهر
0.7925 غ/سم ³	الكثافة
° 178 ك، - 94.9 س، 139 ف	نقطة الانصهار
° 330 ك، 134 ف	نقطة الغليان
مزوج	الذوبانية في الماء
24.2	حموضة (pK _a)
1.35900 (20 °)م	قرينة الانكسار (n _D)
0.3075 cP	اللزوجة

المخاطر

<p>F</p> <p>Xi</p>	ترميز المخاطر
R11, R36, R66, R67	توصيف المخاطر
S2, S9, S16, S26	تحذيرات وقائية
° 17-م	نقطة الوميض
° 465 ك	درجة حرارة الاشتعال الذاتي
4.0-57.0	حدود الاشتعال
>2000 ملغ/كغ، عن طريق الفم	LD ₅₀

غاز الأمونيا Ammonia

رمزه: NH_3

محلوله: هو هيدروكسيد الأمونيا Ammonium Hydroxide رمزه NH_4OH ،

خواصه: غاز عديم اللون محلوله شفاف اللون ورائحته نفائثة مميزة ، لا يشتعل بسهولة ، وهو مهيج ويؤثر على الأغشية المخاطية ، يسيل بواسطة التبريد والضغط ،

درجة غليانه: -32.5 درجة مئوية

درجة انصهاره: -77.7 درجة مئوية عندما يكون تركيزه 100% .

الذائبية: يذوب بكميات كبيرة في الماء 1300 لتر في 1 ملل ماء ،

الاستخدام المنزلي: يستخدم منزلياً كمنظف للزجاج بتركيز 33% ، ولعلاج حالات الإغماء (يسمى النشادر) وفي صناعة الأدوية والتبريد وصودا الغسيل والصابون والتلج ، وفي تنقية المحرض فلمنات الزئبق (وهي مادة شديدة الحساسية) ، تستعمل إنتاج حمض النيتريك و اليوريا و نترات الأمونيوم والنايلون والبلاستيك والفوم

ويتفاعل مع حمض الكبريتيك لإنتاج سماد كبريتات الأمونيوم

الأمونياك

أمونياك



الاسم النظامي (IUPAC)

أمونياك

أسماء أخرى

النشادر غاز النشادر، روح

الخصائص

صيغة جزيئية	NH ₃
الكتلة المولية	17.03 غ/مول
المظهر	غاز عديم اللون له رائحة واخزة
الكثافة	0.86 كغ/م ³ (عند 1.013 بار وعند نقطة الغليان)
نقطة الانصهار	° 77.73 -س
نقطة الغليان	° 33.34 -س
الذوبانية في الماء	47% عند 0°س 31% عند 25°س 28% عند 50°س ^[1]

المخاطر



ترميز المخاطر

R10-R23-R34-R50

توصيف
المخاطر

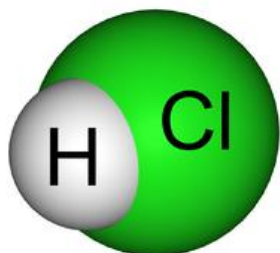
خواصه: هو غاز قلوي لا لون له. يتشكل من جزء نتروجين واحد وثلاثة أجزاء هيدروجين ، وهو أخف من الهواء وله رائحة نفاذة مميزة. الرمز الكيميائي له هو NH₃ ويحضر بتقطير الفحم أو بعض المواد النيتروجينية. لا يشتعل غاز الأمونياك في الهواء، ولكنه يشتعل في الأكسجين ويحدث لهبا أصفرا ضعيفا.

الاستخدام المدني: يستخدم في صبغ وتنظيف القطن والصوف وليف الألياف النسيجية الأخرى. ويستخدم ماء الأمونياك كسائل منظف أحيانا ويمكن أن يستعمل أيضا في تنظيف الأنسجة الملطخة بالحموض.

يعتبر الأمونياك شيئا جوهريا في صناعة الكثير من المواد الكيميائية والبلاستيكية والفيتامينات والعقاقير. مثلا يقوم الأمونياك بدور العامل الحافز في صناعة مواد بلاستيكية مثل: الراتنج الصناعي، راتنج الميلامين يستخدم الأمونياك بشكل واسع كسمادا مخصبا

حمض الهيدروكلوريك Hydro Chloric acid

حمض الهيدروكلوريك



الاسم النظامي (IUPAC)

هيدروكلوريك حمض

أسماء أخرى

حمض كلور الماء
الميوريتك حمض
روح الملح

الخصائص

HCl	صيغة جزيئية
36.46 غ/مول	الكتلة المولية
سائل بلا لون صافي إلى سائل مصفر	المظهر
1.18 غ/سم ³	الكثافة
° 27.32 -س	نقطة الانصهار
° 110 س	نقطة الغليان
مزوج	الذوبانية في الماء
- 8	حموضة (pK _a)
1.9 ميغا باسكال.ثانية عند 25 °س، 31.5% محلول	اللزوجة



خواصه: سائل إذا كان نقي يكون لونه مثل الماء ، أما التجاري فلوونه مثل الزيت أصفر ، وهو محلول لغاز كلوريد الهيدروجين HCl ، ويكون المحلول المشبع له بتركيز 43 % ، له رائحة مميزة نفاثة وحادة

الاستخدام المدني: يستخدم في تنظيف وتلميع المعادن وخاصة قبل عملية اللحام ، وكذلك لتعديل الحموضة في المحاليل ، وتبييض القماش ، وصناعة المططاط والبلاستيك ، وتنقية المياه ، ولجعل البنزين هلامي مع الصمغ أو بياض البيض من أجل صناعة مادة النابلم وذلك بإضافة قليل منه إلى البنزين . يستخدم حمض الهيدروكلوريك لإزالة الصدأ (أوكسيد الحديد) من الحديد أو الصلب قبل المعالجة

* يوجد في محلات بيع الذهب [المحلول الملكي : حمض الهيدروكلوريك + حمض النيتريك بنسبة 1 : 3] وأماكن تنظيف المعادن .

المخاطر

	ترميز المخاطر
R34-R37	توصيف المخاطر
S26-S36-S45	تحذيرات وقائية

حمض الكبريتيك Sulfuric acid

خواصه: سائل شفاف

الذائبية: يذوب في الماء مع ارتفاع درجة الحرارة

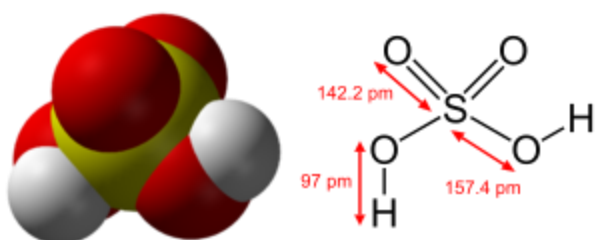
الاستخدام المدني: وهو يستخدم في إنتاج الأسمدة والحريير الصناعي والأفلام و تصفية النفط وفي الصباغة ، وفي عمليات حفر وفقش الزجاج ، وداخل بطاريات السيارات ، وفي عمليات النترجة كعامل مساعد لسحب الماء ، ويستخدم في تنظيف المعادن لإزالته لطبقة الأوكسيد السطحية ، وهو كذلك يستخدم في عمليات التحليل الكهربائي ، وهو يسمى حمض الغمس أو زيت الزجاج . عند غليانه يتفكك إلى ماء وثالث أوكسيد الكبريت

عند درجة حرارة 338 يتفكك 30 % منه وعند درجة حرارة 416 يتحلل كلياً ..

لذلك يراعى عند تركيز حمض الكبريتيك رفعه من على النار عند ارتفاع درجة حرارته فوق المئة درجة مئوية لكي لا يتحلل .

* وجوده : في أماكن صيانة السيارات فهو يستخدم داخل بطاريات السيارات ، وفي أماكن تكرير البترول والصناعة المختلفة .

حمض الكبريتيك



▼ (IUPAC) الاسم النظامي

حمض الكبريتيك

▼ أسماء أخرى

حمض الكبريت

زيت الزجاج

الخصائص

صيغة جزيئية	H ₂ SO ₄
الكتلة المولية	غ/مول 98.08
المظهر	سائل عديم اللون
الكثافة	غ/سم ³ 1.84
نقطة الانصهار	س° 10.38
نقطة الغليان	س° 279.6
في الماء الذوبانية	يمتزج مع الماء بكافة النسب
حموضة (pK _a)	-3

المخاطر

ترميز المخاطر	
توصيف المخاطر	R35
تحذيرات وقائية	S1/2-S26-S30-S45

الهكسامين Hexa amine

رمزه: $C_6H_{12}N_4$

خواصه: بلورات بيضاء اللون لها رائحة السمك ، تشتعل بلهب لا دخاني

الذائبية: سريعة الذوبان في الماء ،

درجة الانصهار: تنصهر وتتحلل في درجة حرارة $263^{\circ}C$ ،

الاستخدام المدني: يدخل الهكسامين كوقود بادئ ومسرّع للعمليات الصناعية المتعلقة بصناعة المطاط و الريزاين *resine* . وهو يباع في محلات معدات الرحلات ويسمى الفحم الأبيض ، ويكون على هيئة أقراص كبيرة ومختلطة مع الشمع ، ويدخل في صناعة دواء لعلاج التهاب المسالك البولية ، وهو يسمى في الصيدليات أروتوبين ، وهو يستخدم في تحضير المحرض بروكسيد الهكسامين و المتفجر R.D.X .



هكسامين على شكل حبوب حرارة

الفورمالدهيد Formaldehyde

خواصه: غاز شفاف اللون ، ذو رائحة نفثة قوية ، يمكن أن يكتف إلى سائل ،

الذائبية: وهو سهل الذوبان في الماء ،

الاستخدام المدني: ويمكن أن يصل تركيزه إلى 52 % ، التجاري منه يصل تركيزه إلى 37 % (وهو المستعمل لدينا) ، يعرف تجارياً باسم الفورمالين ، وهو ذو تأثير سام تتخثر في وجوده البروتينات ؛ لذلك يستخدم في تخثر الحليب (إلى زبادي) ، وهو مضاد للالتهابات والمكروبات

وهو مادة حافظة ضد التعفن ، وهو يستخدم في التطهير الدخاني ، ومنه يحضر الهكسامين المستخدم في تحضير بروكسيد الهكسامين و R.D.X ،

كما يمكن تحضير R.D.X مباشرة من الفورمالدهيد .

وجوده في الصيدليات وفي أماكن حفظ الجثث أو التشريح و في أماكن صناعة الزبادي و أماكن التطهير الدخاني .

مظهر : وخاصة في الطب البيطري (و تعقيم أحواض القدم (foot baths).

التحنيط: كمادة حافظة للحيوانات النافقة أو للبشر (من أجل التشريح في كليات الطب على سبيل المثال).

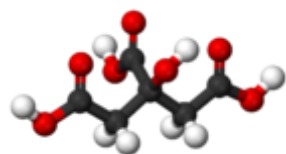
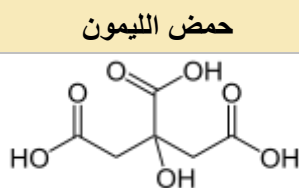
طب الأسنان : بشكل مباشر (الفورمالدهيد)، أو مشتق (polyoxymethylene) وخلافا للعقاقير والمنتجات والمواد المستخدمة في طب الأسنان ليست خاضعة للترخيص في السوق.

لإنتاج البوليمرات والمواد الكيميائية (أكثر من 50 ٪ من مجموع الاستخدامات من الفورمالدهيد).

غالباً ما تستخدم في المواد اللاصقة وراتنجات دائمة، مثل تلك المستخدمة في صنع اللوح،

فورمالدهيد	
	
الاسم النظامي (IUPAC)	
ميثانال	
أسماء أخرى	
فورمول، ألدهيد النمل فورمالدهيد، فورمالين،	
الخصائص	
صيغة جزيئية	CH ₂ O
الكتلة المولية	30.03 غ/مول
المظهر	غاز عديم اللون
الكثافة	0,8153 غ/سم ³ (-20 °س)
نقطة الانصهار	° 117 -س
نقطة الغليان	° 19 -س
الذوبانية في الماء	ينحل في الماء
الذوبانية	ينحل في الإيثانول والإيثر
المخاطر	
ترميز المخاطر	 T
توصيف المخاطر	R23/24/25، R34، R40، R43
تحذيرات وقائية	S1/2، S26، S36/37، S39، S45، S51

حمض الليمون Citric acid



الاسم النظامي (IUPAC)

2-hydroxypropane- 1,2,3-tricarboxylic acid

أسماء أخرى

سترات الهيدروجين
الليمون حمض

الخصائص

صيغة جزيئية	C ₆ H ₈ O ₇
المظهر	بلورات صلبة بيضاء
الكثافة	1.665 غ/سم ³
نقطة الانصهار	153
نقطة الغليان	يتفكك عند 175 °م (448 كيلفن)
الذوبانية في الماء	133 غ/100 مل (22°م)

المخاطر

ترميز المخاطر	Xi
توصيف المخاطر	R36
تحذيرات وقائية	S26

خواصه: بلورات بيضاء اللون ، له طعم الليمون ، وهو يوجد في عصير الليمون

الذائبية: يذوب في الماء ، ويزوب بقلّة في الإيثير ،

الاستخدام المدني: وهو يسمى الملح القاص أو الحامض ، وهو يستعمل في المعلبات للحفظ ، وفي صناعة الأدوية ، وفي بعض أنواع الصابون ، ومعظم مركبات التنظيف ، ويستخدم في تحضير بروكسيد الهكسامين .



الليمون والبرتقال والحوامض الأخرى تحتوي تركيزات عالية من حمض الستريك.

حمض الخل	
	
معلومات عامة	
الاسم النظامي	حمض الإيثانويك، حمض الخل
الصيغة الجزيئية	CH ₃ COOH
الخواص	
الكتلة المولية	60.05 غ/مول
المظهر	بلورات أو سائل عديم اللون
الكثافة	1.049 غ/سم ³ سائل 1.266 غ/سم ³ صلب
درجة الانصهار	16.5 °م
درجة الغليان	118.1 °م
انحلالية في الماء	ذواب بشكل كامل
Acidity (pKa)	4.76
اللزوجة	4.76 mPa·s عند 20 °م
عزم ثنائي القطب	1.74 D غاز
مخاطر	
توصيف المخاطر	R35، R10
تحذيرات وقائية	S45، S26، S23، S1/2
الجرعة المميتة للنصف LD ₅₀	--ملغ/كغ

حمض الخليك Acetic acid

خواصه: عبارة عن مادة صلبة متبلورة له رائحة الخل ، وهو أثقل من الماء ، ويمتزج معه بكل النسب ، وهو في حالته الخالصة ذو تأثير سام على الجلد ،

الاستخدام المدني: هو يستخدم لتخليل وحفظ المواد الغذائية ، وفي التصوير الفوتوغرافي ، وفي عمل أبحاث لاستخراج المعادن .

عند إضافة بضع قطرات منه على 1 سم³ من الماء ، ثم إضافة هذا المحلول إلى 1 سم³ من محلول بيكربونات الصوديوم سوف تلاحظ حدوث فوران نتيجة لتصادم غاز CO₂ ثاني أوكسيد الكربون .

يوجد في البقالات ويسمى روح الخل ، ويمكن تحضيره عن طريق تخمر الكحول الإيثيلي .

بعض احتياطات الوقاية : حيث أنه سام وحارق على الجلد لابد من استعمال القفازات والنظارات والكمادات من أجل رائحته الخانقة .

صناعة المخلات يستعمل مادة حافظة في المعلبات يستخدم في صناعة العطور و المذيبات دباغة الجلود و صناعة النسيج تحضير محلول منظم من حمض الخليك والأستات

كربونات الصوديوم Sodium Carbonate

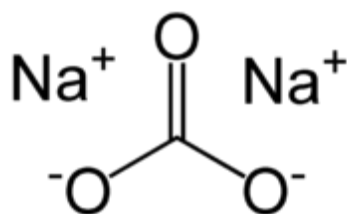
خواصه: بلورات بيضاء اللون ، وهي تسمى صودا آش
Soda ash

الذائبية: تذوب في الماء بسهولة لتكون محلول قلوي عندما تكون لامائية ،

الاستخدام المدني: تستخدم في صناعات كثيرة منها صناعة الصابون ، والدروع المضادة للطلقات ، والورق ، والماء النقي ، وكبودرة غسيل ، ومحلول معلمي (لمعادلة أفعال الأحماض) ، وفي تنقية الحديد المحتوي على كبريت ، ولإنتاج كربونات الكالسيوم (الطباشير) CaCO_3 ، وهيدروكسيد الصوديوم NaOH (صودا كاوية أو بوتاس) المتسعمل في الغسيل ، وفي التخلص من الأحماض ، وفي التصوير الفوتوغرافي ، وفي صقل الزجاج ، وتخلط مع بياض البيض لإنتاج حارق هلامي ، و تسخن بشدة مع برادة الحديد والفحم واليوريا لإنتاج حديدو سيانيد البوتاسيوم . توجد في البقالات وفي أماكن تصنيع الصابون

الاستخدام الرئيسي له في صناعة الزجاج.
يدخل في صناعة الصابون والمنظفات المنزلية.
يستخدم في صناعة عجينة الورق.
كما يدخل في مجال معالجة مياه المجاري.
يستخدم أيضاً في محلول تخدير الأسنان لتخفيف الشعور بالألم

كربونات الصوديوم



الاسم النظامي (IUPAC)

الصوديوم كربونات

أسماء أخرى

رماد الصودا
الغسيل صودا

الخصائص

صيغة جزيئية	Na_2CO_3
الكتلة المولية	106.00 غ/مول
المظهر	بلورات بيضاء
الكثافة	2.53 غ/سم ³
نقطة الانصهار	851 °س
نقطة الغليان	يتفكك
الذوبانية في الماء	50 غ/100 مل ماء عند 20 °س

المخاطر

ترميز المخاطر	 Xi
توصيف المخاطر	R36
تحذيرات وقائية	S2-S22-S26

Sodium bicarbonate بيكربونات الصوديوم



خواصها: لها نفس خواص كربونات الصوديوم ، إلا أنها عندما تسخن تتحول إلى كربونات ويتصاعد منها

غاز ثاني أكسيد الكربون وذلك في درجة حرارة 175 درجة مئوية ، وتسمى تجارياً باكنج باوذر توجد في البقالات ،

الاستخدام المدني: تستعمل في صناعة الكيك وبعض الحلويات ، وتوجد في الصيدليات كدواء ضد الحموضة ، وكذلك في طفايات الحريق ، وتدخل في صناعة الخبز وكمنظف منزلي ، ومستحضر لتنظيف الأسنان ، وهي تستعمل في خليط مع حمض الترتريك و حمض الليمون اسمه الملح الصحي .

وجودها : توجد في محلات البقالة والصيدليات

يستخدم بشكل واسع في الصناعات الغذائية، ويستخدم في أنصاج العجين حيث يتحرر غاز ثاني أكسيد الكربون فينتفخ العجين.

في الصناعات الدوائية كمادة مضادة للحموضة، و للقضاء علي حب الشباب

في العديد من التطبيقات الأخرى مثل طفايات الحريق، الصابون، المنظفات، وكمادة مضافة في علف الحيوانات

بيكربونات الصوديوم	
$\text{Na}^+ \quad \text{O}^- \quad \text{OH}$ $\quad \quad \quad \diagdown \quad \diagup$ $\quad \quad \quad \text{C}$ $\quad \quad \quad \parallel$ $\quad \quad \quad \text{O}$	
الاسم النظامي (IUPAC)	
صوديوم هيدروجينية كربونات	
أسماء أخرى	
بيكربونات صوديوم كربونات صوديوم حامضية	
المعرفات	
رقم CAS	144-55-8
الخصائص	
صيغة جزيئية	NaHCO ₃
الكتلة المولية	84.00 غ/مول
المظهر	مسحوق بلوري أبيض
الكثافة	2.24 غ/سم ³
الذوبانية في الماء	10 غ/100 مل ماء عند 20 °س
المخاطر	
توصيف المخاطر	لا يوجد
تحذيرات وقائية	لا يوجد

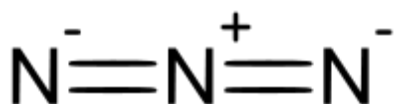
أزید الصوديوم Sodium Azide

خواصه: بلورات بيضاء اللون ، وهي مادة سامة حادة حيث 1 جرام منها يكفي لقتل 3 أشخاص ، وعند تفاعلها مع حمض الكبريتيك المركز ينتج غاز أزید الهيدروجين المتفجر ، ويمكن تبريد هذا الغاز لينتج حمض الهيدروزيك (الذي يجب أن يحفظ مبرد) .

الذائبية: تذوب في الماء وهي تتحلل بالتسخين إلى نيتروجين وصوديوم ، أزید الصوديوم مادة

الاستخدام المدني: تستخدم في الكشف عن الحمل وتباع في الصيدليات وتستخدم في التصوير ويحضر منها المحرض أزید الرصاص .

أزید الصوديوم



الاسم النظامي (IUPAC)

صوديوم أزید

أسماء أخرى

صوديوم ثلاثي نترید

الخصائص

NaN ₃	صيغة جزيئية
65.02 غ/مول	الكتلة المولية
مسحوق بلوري أبيض	المظهر
1.85 غ/سم ³	الكثافة
275 °س	نقطة الانصهار
300 °س يتفكك	نقطة الغليان
41.7 غ/100 مل (عند 17 °س)	الذوبانية في الماء

المخاطر

 N	 T+	ترميز المخاطر
R28-R32-R50/53		توصيف المخاطر
S1/2-S28-S45-S60-S61		تحذيرات وقائية

حمض النيتريك Nitric acid

خواصه: سائل شفاف ، له رائحة نفائثة

كثافته: 1.52 جم/سم³ عند تركيز 100 % وفي درجة حرارة 15 درجة مئوية ، وتكون كثافته 1.42 جم/سم³ عند تركيز 65 % ، والأخير هو المتوفر والموجود في الأسواق .

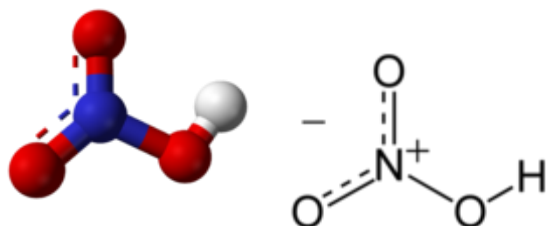
الاستخدام المدني: له استخدامات كثيرة منها : في ألواح الصفائح الفوتوغرافية ، وفي صناعة الأسمدة ، كما أنه عامل مؤكسد في كثير من التفاعلات الكيميائية ، وفي تحضير المتفجرات، كما يستخدم في صناعة الصبغة العضوية .

التفاعل مع المعادن: يكون حمض النيتريك طبقة رقيقة على سطوح المعادن خاصة الحديد والألومنيوم والكبريت ، وهذه الطبقة تتكون من أكسيد الفلز ، وهي تحمي هذا الفلز من أي مادة أخرى أو من حمض النيتريك نفسه ، كما أنه يكون مع حمض الهيدروكلوريك بنسبة 3 حمض نيتريك : 1 حمض هيدروكلوريك ليعطي محلول يسمى المحلول الملكي الذي يذيب الذهب والبلاتينيوم . ويسمى حمض النيتريك بالحمض الفاصل أو الفاروقي لأنه يفصل الذهب عن الفضة لأن الفضة تذوب فيه بسهولة أما الذهب فلا يتأثر به .

طرق تحضيره والحصول عليه : يوجد في محلات بيع الذهب ومحلات تلميع وتنظيف المعادن وكذلك تلوينها ، وفي مصانع الأسمدة .

*** بعض احتياطات السلامة في التعامل معه :** لبس الكمامات والقفازات أثناء التعامل معه و الأفضل أن يحفظ في الثلاجة داخل زجاجة بنية أو خضراء داكنة لأنه يتحلل بسبب الضوء ثم ينفجر .

حمض النتريك



معلومات عامة

الاسم النظامي	حمض النتريك
أسماء أخرى	حمض الأزوت، روح النتر، حمض ملح بيتر
الصيغة الجزيئية	HNO ₃

الخواص

الكتلة المولية	63.012 غ/مول
المظهر	سائل عديم اللون
الكثافة	1.51 غ/مل سائل
الانحلالية في الماء	مزوج مع الماء
درجة الانصهار	° -42 س
درجة الغليان	° 83 س
pKa	-1.37

المخاطر

توصيف المخاطر	R8, R35
تحذيرات وقائية	S1/2, S23, S26, S36, S45

نترات الفضة Silver Nitrate

رمزها: AgNO_3

خواصه: بلورات بيضاء اللون ، يجب أن تحفظ بعيداً عن الضوء .

الاستخدام المدني: توجد في محلات التصوير .

تحضر بتفاعل الفضة مع حمض النيتريك

الزئبق Mercury

خواصه: معدن سائل فضي اللون ،

الذائبية: يذوب في الأحماض المؤكسدة الساخنة ، وخاصة حمض النيتريك ،

الاستخدام المدني: وهو يستعمل لقياس درجة

الحرارة داخل الثرمومترات وفي عيادات طب الأسنان للحشو ، ويستعمل في تحضير المحرض فلمنات الزئبق .

بعض احتياطات السلامة أثناء التعامل معه :

(1) عدم وجود الزئبق في أوعية مفتوحة ولا بد أن يغطي بالماء دائماً لمنع أبخرته من التصاعد .

(2) استعمال القفازات والنظارات والملابس الواقية والكمادات أثناء التعامل معه والحذر من استنشاق أبخرته .

(3) عند سقوط قطرات منه على الأرض يجب أن يغسل المكان بالمياه الوفيرة ثم يمسح المكان بقطنة مبللة بـ حمض النيتريك المخفف بعد جمع كل ما يمكن جمعه .

المظهر

فضي



الخطوط الطيفية للزئبق (غير ملاحظة في فوق البنفسجي)

الخصائص العامة

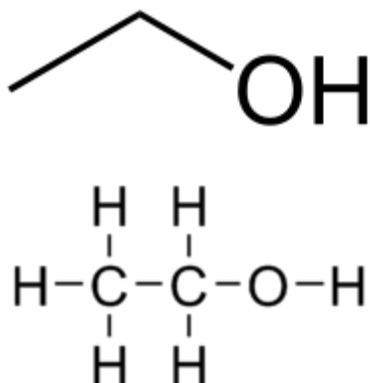
الاسم، العدد، الرمز	زئبق، 80، Hg
تصنيف العنصر	فلز انتقالي
الكتلة الذرية	200.59 غ·مول ⁻¹

الخصائص الفيزيائية

الطور	سائل
الكثافة عند درجة حرارة الغرفة)	(سائل) 13.534 غ·سم ⁻³
نقطة الانصهار	234.32 ك، °-38.83 س، °-37.89 ف
نقطة الغليان	629.88 ك، °356.73 س، °674.11 ف
النقطة الحرجة	1750 ك، 172.00 ميغاباسكال
حرارة الانصهار	2.29 كيلوجول·مول ⁻¹
حرارة التبخر	59.11 كيلوجول·مول ⁻¹
السعة الحرارية	(25 °) 27.983 جول·مول ⁻¹ ·كلفن ⁻¹

الكحول الإيثيلي Ethyl alcohol

إيثانول



الاسم النظامي (IUPAC)

إيثانول

أسماء أخرى

كحول كحول إيثيلي،

الخصائص

C ₂ H ₅ -OH	صيغة جزيئية
46.07 غ/مول	الكتلة المولية
سائل عديم اللون	المظهر
0.789 غ/سم ³	الكثافة
114.3 ° -س	نقطة الانصهار
78.4 ° س	نقطة الغليان
كامل الامتزاج	الذوبانية في الماء

المخاطر

	ترميز المخاطر
R11 R20 R21 R22 R36	توصيف المخاطر
S2 S7 S16	تحذيرات وقائية

خواصه: عبارة عن سائل شفاف ، ذو طعم لاذع ورائحته مستساغة ، وهو يمتزج مع كل من الماء والكحول الميثيلي بكل النسب

وعند خلط حمض الكبريتيك بالزيادة مع الكحول الإيثيلي يتصاعد غاز الإيثيلين C₂H₄. عند تأكسده يعطي أسيت ألدهيد CH₃CHO الذي إذا تأكسد يعطي حمض الخل (يؤكسد إما بالخميرة أو غيرها) .

الاستخدام المدني: يستخدم الكحول الإيثيلي في تحضير المحرض فلمنات الزئبق ، وفي تنقية كثير من المواد المتفجرة . طرق الحصول عليه : يباع في الصيدليات لأنه يستخدم في تطهير الجروح ، يستخدم كمادة مذيبة في الصناعة الدوائية لتحضير الخلاصات الكحولية والصبغات الكحولية

يستخدم كمادة مطهرة موضعية .

يدخل في بناء المشروبات الكحولية

عدا استعماله في مواد التعقيم والمشروبات المسكرة

يستعمل كوقود للمحركات ففي البرازيل أكبر مخازن ومحطات وقود في العالم تنتج وتستهلك الإيثانول كوقود للسيارات والطائرات ذات الوزن الخفيف وبقرار من الحكومة البرازيلية يجب أن يمزج 25% من الإيثانول بكل 1 لتر بنزين لتخفيض تكلفته والتقليل من تلوث البنترول. اليوم أكثر من 50% من السيارات في البرازيل مجهزة لتعمل على البنزين والإيثانول ويسمى محرك فليكس

احتياطات السلامة: إبعاده عن أي مصدر حراري أو لهب مباشر ، كذلك لا بد أن يحفظ بعيداً عن الأحماض المختلفة .

الهيدرازين Hydrazine

رمزه: N_2H_4

خواصه: سائل شفاف ليس له لون ، له رائحة غاز الأمونيا الضعيفة

درجة غليانه: 113.5 درجة مئوية ،

درجة انصهاره: 1.4 درجة مئوية ، وهو يتجمد في درجة حرارة -2 درجة مئوية ،

الاستخدام المدني: يستخدم كوقود لمحركات الصواريخ ، ويستعمل أيضاً كعامل مختزل قوي ،
 يستخدم صناعياً لإعطاء الصلابة المستمرة للمعادن . يتفاعل مع حمض الليمون لإنتاج دواء
 ضد السل الدرني ، ويدخل في صناعة دواء ضد السعال يسمى Neocodimo ، وكعامل نفخ
 لإنتاج المطاط الصناعي والبلاستيك الفومي ، ويعمل كمضاد للمواد المؤكسدة (أي يمنع الصدأ)
 وقتلات الأعشاب .

لزيادة تركيزه يعمل له عملية تقطير .

إذا سخن وهو بتركيز 100 % قد ينفجر إذا ارتفعت درجة حرارته كثيراً .

هيدرات الهيدرازين Hydrazine hydrate

رمزها: N_2H_5OH

درجة غليانه : عندما يكون تركيزه 80 % تكون درجة غليانه 120.1 درجة مئوية ، يستخدم هو
 والهيدرازين في تكوين خليط استرولايت A , G

الاستخدام المدني: يوجد في مخازن بيع الأدوية ، وتصنيع الفوم والبلاستيك وفي محلات بيع
 المواد الزراعية .

Aluminum powder بودرة الألومنيوم

رمزها: Al

خواصه: عنصر فلزي ، عدده الذري 13 ، ووزنه الذري 26.981 ، وهو غير قابل للصدأ

الذائبية: يذوب في حمض الهيدروكلوريك المخفف ، وحمض الكبريتيك ، ولا يتأثر بـ حمض النيتريك كثيراً ؛ لتكون طبقة عليه من أوكسيده . وهو ثلاثي التكافؤ ،

الاستخدام المدني: يسمى تجارياً مسحوق البرونز ، يستعمل كدهان للمعادن وللسيارات ولصناعة جسم الطائرة و أواني الطبخ والمجسمات الهندسية وكابلات الكهرباء ، و يستخدم في عمل المرايا واللفائف (القصدير) وتستخدم أملاح الألومنيوم في تنقية المياه ، وهي تستخدم كعامل مساعد في التفاعلات ، ويستخدم أوكسيد الألومنيوم في صناعة التلسكوب الانكساري وفي صناعة الإسمنت ويستخدم في كثير من الخلائط الانفجارية والحارقة وعمل الحشوات الجوفاء .موجوده : في محلات الدهان والصبغة .

التعامل مع Al : يجب لبس القفازات والكمادات لأن الغبار يسبب التهابات رئوية .

المظهر

رمادي فلزي



الخطوط الطيفية للألومنيوم

الخصائص العامة

الاسم، العدد، الرمز	ألومنيوم، 13، Al
تصنيف العنصر	فلز آخر
الكتلة الذرية	26.9815386 غ·مول ⁻¹

الخصائص الفيزيائية

الطور	صلب
الكثافة عند درجة حرارة الغرفة)	2.70 غ·سم ⁻³
كثافة السائل عند نقطة الانصهار	2.375 غ·سم ⁻³
نقطة الانصهار	933.47 ك°، 660.32 س°، 1220.58 ف°
نقطة الغليان	2792 ك°، 2519 س°، 4566 ف°
حرارة الانصهار	10.71 كيلوجول·مول ⁻¹
حرارة التبخر	294.0 كيلوجول·مول ⁻¹
السعة الحرارية	24.200 (س° 25) جول·مول ⁻¹ ·كلفن ⁻¹

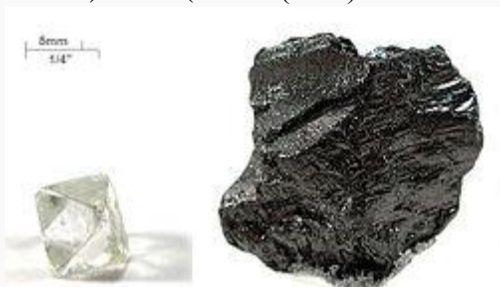
الخصائص الذرية

أرقام الأكسدة	3, 2, 1 (أكسيد مذبذب)
---------------	--------------------------

الكربون Carbon

المظهر

شفاف (الماس) أو أسود (غرافيت)



الخطوط الطيفية للكربون

الخصائص العامة

الاسم، العدد، الرمز	كربون، 6، C
تصنيف العنصر	لا فلز
الكتلة الذرية	12.0107(8) غ·مول ⁻¹

الخصائص الفيزيائية

الطور	صلب
الكثافة) عند درجة حرارة الغرفة)	لا بلوري [1] 1.8–2.1 : غ·سم ⁻³
الكثافة) عند درجة حرارة الغرفة)	غرافيت: 2.267 غ·سم ⁻³
الكثافة) عند درجة حرارة الغرفة)	الماس: 3.515 غ·سم ⁻³
حرارة الانصهار	(117 غرافيت) كيلوجول·مول ⁻¹

خواصه: بلورات سوداء اللون ، عددها الذري 6 ، وزنها الذري 12.01 ،

درجة انصهارها: 3550 درجة مئوية ،

ودرجة الغليان: 4830 درجة مئوية .

الذائبية: وهي لا تذوب في الماء ،

الاستخدام المدني: وهي تتشكل لتكون الماس ، أو الجرافيت الموجودة في قلم الرصاص ، ويستخدم بشكل واسع في الصناعة وخاصة صناعة الحديد والرصاص حيث يستخدم كعامل مختزل حيث يعطي كل الإلكترونات الأربعة التي في مداره الأخير . يستخدم أسود الكربون كخضاب أسود في تركيب أحبار الطباعة والألوان الزيتية أو المائية، وفي تركيب ورق الكربون والحبر الهندي وكمادة طباعة في خراطيش الطابعات الليزرية، كما يستخدم أيضاً كمادة مالئة وملونة للمنتجات البلاستيكية وللمطاط الصناعي المستخدم في صناعة الإطارات

الفحم والفحم المنشط Activated charcoal , Charcoal

رمزه: C_6H_2O

خواصه: بلورات سوداء اللون ، لا تذوب في الماء ، وتشتعل في الهواء ، ويستخدم في التسخين والتدفئة ، ولامتصاص الروائح الكريهة (يوضع داخل الثلاجة) ،

الاستخدام المدني: يصنع منه حبات على شكل أقراص تباع في الصيدليات لامتصاص الغازات في المعدة وهو يسمى الفحم النشط ، وهو يستخدم في التفاعلات الكيميائية كعامل مساعد ، وللتجفيف والتنظيف وفي صناعة المطاط وفلتر السجائر ، وهو أكثر امتصاصاً للغازات من الفحم العادي نظراً لكثرة المسامات الموجودة به ، ويدخل في كثير من الخلطات كمادة مختزلة فقيرة في الأوكسجين .

يمكن الحصول على الفحم العادي بعد احتراق الأخشاب احتراقاً بطيئاً (تحت الأرض وبدون أوكسجين) ، أما الفحم المنشط فهو عبارة عن فحم محروق ومصنوع في درجات حرارة عالية مع بخار الماء أو ثاني أوكسيد الكربون فلذلك يكون كثير المسام .

زيت البرافين paraffin oil

خواصه: سائل زيتي ثقيل القوام ، غالباً ما تتواجد البرافينات في بوتلي، أبيض، ليس لها رائحة ولا طعم، ولها نقطة ذوبان تقريباً من $47^{\circ}C$ إلى $65^{\circ}C$. والبرافينات لا تذوب في الماء، ولكن تذوب في الإثير، البنزين، وبعض الإسترات. ولا تتأثر البرافينات بمعظم المتفاعلات ولكنها تشتعل بسرعة.

درجة غليانه: تتراوح بين 440 – 570 درجة مئوية حسب نقاوته ،

الاستخدام المدني: وهو يستخدم كمسهل قبل إجراء العمليات الجراحية ، يباع في الصيدليات ، وهو يستخرج أثناء عمليات التقطير الإتلافي (أي بمعزل عن الهواء) للفحم أو البترول صناعة الشموع. تغطية الورق الشمعي والملابس الشمعية. تحضير عينات علم الأنسجة. أحد الطرق لإحكام سد البرطمانات، المعلبات، الزجاجات. كوقود للمصابيح، ومواقد التخييم. كمطرب للبشرة.

البرافينات الشمعية بها أيضاً درجة تستخدم في الصناعات الغذائية، فتضاف للحلويات لتجعلها تبدو براقاً. ورغم أنها صالحة للأكل، فإنها لا تهضم، فهي تسير خلال الجسم بدون أن يحدث لها تكسير. الدرجات الأخرى من البرافينات يمكن أن تحتوى زيوت وشوائب قد تكون سامة، أو مضرّة بالصحة.

المظهر

بلورات صفراء ليمونية مكرونية متكتلة (زهر الكبريت)



الخطوط الطيفية للكبريت

الخصائص العامة

الاسم، العدد، الرمز	كبريت، 16، S
تصنيف العنصر	لا فلز
الكتلة الذرية	32.065 غ·مول ⁻¹

الخصائص الفيزيائية

الطور	صلب
الكثافة	(ألفا) 2.07 غ·سم ⁻³
الكثافة	(بيتا) 1.96 غ·سم ⁻³
الكثافة	(غاما) 1.92 غ·سم ⁻³
كثافة السائل عند نقطة الانصهار	1.819 غ·سم ⁻³
نقطة الانصهار	388.36 ك°، 115.21 س°، 239.38 ف°
نقطة الغليان	717.8 ك°، 444.6 س°، 832.3 ف°
النقطة الحرجة	1314 ك°، 20.7 ميغاباسكال
حرارة الانصهار	(أحادي) 1.727 كيلوجول·مول ⁻¹
حرارة التبخر	(أحادي) 45 كيلوجول·مول ⁻¹
السعة الحرارية	(25 °س) 22.75 جول·مول ⁻¹ ·كلفن ⁻¹

أمونيوم أوكسالات الأمونيوم oxalate

رمزها: $C_2H_8N_2O_4$

خواصه: بلورات بيضاء اللون ، تذوب في الماء بسهولة ، وهي تستخدم كمثبت في الخلائط الكيميائية المتفجرة .

توجد في محلات بيع المواد الكيميائية ،

الكبريت Sulfur

خواصه: بلورات صفراء اللون ،

الاستخدام المدني:، وهو يستخدم في صناعة أعواد الثقاب ، وفي البارود الأسود

وفي الزراعة لمعالجة قلوية التربة ، وفي تحضير المبيدات الحشرية والفطرية ، ولعلاج بعض الأمراض الجلدية واضطرابات المعدة ، وفي تجهيز المطاط وكثير من المركبات العضوية ، وفي عمليات التبييض وفي تحضير حمض الكبريتيك وغاز الخردل وكثير من الخلائط المتفجرة - فهو يزيد من حساسية الخليط - كمادة فقيرة في الأوكسجين قابلة للتفاعل ، كما يستخدم الغاز الناتج عن

احتراقه SO_2

لأغراض التعقيم .



الكبريت عندما يحترق ينوب إلى لون أحمر قاني وليلا يمكن

مشاهدة لهيب الكبريت المشتعل ذو اللون الأزرق

النفثالين Naphthalene

رمزه : $C_{10}H_8$

خواصه: بلورات بيضاء اللون ، تتطاير في الجو البخاري ، وتتسامى في درجة حرارة منخفضة لها رائحة نفاثة قوية ، وهي تحترق بلهب مدخن ،

الذائبية: تذوب في البنزين والكحول والإيثير ،

الاستخدام المدني: توضع في المراحيض والبالوعات من أجل القضاء على

الآفات وهي تدخل في خلطات نترات الأمونيوم المتفجرة ، تباع في الأسواق على هيئة كرات بيضاء

نفثالين	
	
عام	
الاسم الكيميائي	نفثالين
أسماء أخرى	كافور القطران، القطران الأبيض، Moth Flakes
الصيغة الكيميائية	$C_{10}H_8$
الكتلة المولية	128.17052 g/mol
الشكل	بلورات بيضاء صلبة
الخواص	
الكثافة	1.14 g/cm ³
الذوبان في ماء	غير قابل للذوبان في الماء
نقطة الانصهار	80.5 °C
نقطة الغليان	218 °C
المخاطر	
الأخطار	قابل للاشتعال، مسبب للحساسية، مسرطن. يمكن أن التراب يكون خليط متفجر مع الهواء
درجة الاشتعال الذاتي	525 °C

الزنك Zinc

المظهر

رمادي فضي



الخصائص العامة

الاسم، العدد، الرمز	زنك، 30، Zn
تصنيف العنصر	فلز انتقالي
المجموعة، الدورة، المستوى الفرعي	12، 4، d
الكتلة الذرية	65.38(2) غ·مول ⁻¹
توزيع إلكتروني	[Ar]; 3d ¹⁰ 4s ²
توزيع الإلكترونات لكل غلاف تكافؤ	(2, 8, 18, 2) صورة

الخصائص الفيزيائية

الطور	صلب
الكثافة عند درجة حرارة الغرفة)	7.14 غ·سم ⁻³
كثافة السائل عند نقطة الانصهار	6.57 غ·سم ⁻³
نقطة الانصهار	692.68 ك، ° 419.53 س، ° 787.15 ف
نقطة الغليان	1180 ك، ° 907 س، ° 1665 ف
حرارة الانصهار	7.32 كيلوجول·مول ⁻¹
حرارة التبخر	123.6 كيلوجول·مول ⁻¹

خواصه: فلز أبيض مائل للزرقة من عناصر الاقلاء. صلب ولكنه في درجات تتراوح من 100-150 مئوية يصبح قايلا للطرق والسحب. مقاوم للصدأ. يشتعل عند حوالي 1000 مئوية معطيا لهبا أبيض. يشار إلى الزنك في السياقات الغير العلمية باسم دخان الزنك وهو مركب مزرق لامع أبيض، وهو معدن ضعيف النفاذية المغناطيسية، ومن خلال معظم الدرجات التجارية الشائعة لهذا المعدن هو اقل كثافة من الحديد إلى حد ما وله سدادية التركيب البلوري ان هذا المعدن قاسي وهش تحت تأثير معظم درجات الحرارة ولكنه يصبح لين ما بين 100° و 150° واقصاه 210° حيث يصبح هذا المعدن أكثر هشاشة فيمكن سحقه بالضرب

الاستخدام المدني: وهو يستخدم لصبغة المعادن ضد الصدأ، وفي عمل الأقطاب الموجبة، وفي استخلاص الذهب، وفي الحصول على الفضة من كلوريد الفضة، وفي صناعة السبائك.

وجوده: يوجد في خاماته على هيئة كبريتيد الزنك ZnS أو في خامات أخرى مثل: (ZnFe)S، ZnCO₃، ZnFe₂O₄ ويستخلص من خاماته بتحميمه على الرمل فيتحول إلى ZnO فنفاعله مع الكربون ومع التسخين فينتج Zn، CO. ويستخدم في عملية جلفنة الحديد صناعة البطاريات المختلفة بالإضافة لصناعة العلب الخارجية للبطاريات الجافة. صناعة سبائك تستخدم في عمليات اللحام والطلاء

Magnesium المغنيسيوم

المظهر

رمادي فضي



الخطوط الطيفية للمغنيسيوم

الخصائص العامة

الاسم، العدد، الرمز	مغنيسيوم، 12، Mg
تصنيف العنصر	فلز قلوي ترابي
المجموعة، الدورة، المستوى الفرعي	2، 3، s
الكتلة الذرية	24.3050 غ·مول ⁻¹
توزيع إلكتروني	[Ne]; 3s ²
توزيع الإلكترونات لكل غلاف تكافؤ	(2, 8, 2) صورة

الخصائص الفيزيائية

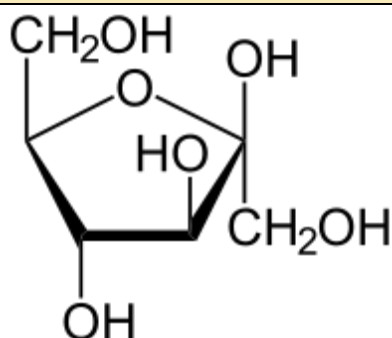
الطور	صلب
الكثافة عند درجة حرارة الغرفة)	1.738 غ·سم ⁻³
كثافة السائل عند نقطة الانصهار	1.584 غ·سم ⁻³
نقطة الانصهار	923 ك°، 650 °س، 1202 °ف
نقطة الغليان	1363 ك°، 1091 °س، 1994 °ف
حرارة الانصهار	8.48 كيلوجول·مول ⁻¹
حرارة التبخر	128 كيلوجول·مول ⁻¹
السعة الحرارية	24.869 (25 °س) جول·مول ⁻¹ ·كلفن ⁻¹

خواصه: بلورات فضية اللون مائلة للأبيض ،

الاستخدام المدني: وهي تستخدم لعمل لمبات سلك الوميض الفوتوغرافي ، وقالب لصب الأدوات والمعادن ، تحترق في الهواء ببريق شديد ؛ لذلك تستخدم في كثير من الخلائط وخاصة خلائط القنابل المضئية ، وهي تستخدم أيضاً في تكرير السكر وصناعة الإسمنت والورق والدباغة والغراء والمرابا العاكسة والسيراميك والزجاج وهي ضد الصدأ . يستخدم في صنع بعض أنواع الطائرات حيث انه اخف الفلزات و يستخدم لحماية الحديد من الصدأ يشكل المغنيسيوم مصدر خطورة عند وجوده أو خزنه في أماكن التخزين العادية نظراً لتفاعله واكسدته السريعة واشتعاله لمجرد الاحتكاك البسيط أو تعرضه لأي لهب، وهذا يمنع استخدامه في صورة منفردة، ولكن بعد تطوير سبائك المغنيسيوم المختلفة اختفت تلك المشكلة

Sugar السكر

فركتوز



معلومات عامة

الاسم النظامي	1-2-3,4,5,6-هكسامي هيدروكسي هكسان-2-ون
أسماء أخرى	سكر الفاكهة، ليفولوز
الصيغة الجزيئية	$C_6H_{12}O_6$
الخواص	
الكتلة المولية	180.16 غ/مول
المظهر	صلب
الكثافة	1,59 غ/سم ³
الانحلالية في الماء	79 غ/100 مل ماء عند ٢٢°س
الانحلالية في المحلات الأخرى	ينحل في الأسيتون
درجة الانصهار	104 ° - 100س

خواصه: بلورات بيضاء اللون ، وعندما تحترق تنفحم

الذائبية: تذوب في الماء بسهولة ، وهي لا تذوب في الإيثير والمذيبات العضوية الأخرى ،

الاستخدام المدني: يستخدم في صناعة الحلويات والمواد الغذائية وينتمي لهذه المجموعة كلاً من سكر القصب ، وسكر الشعير (مالتوز) ، وسكر اللبن (لاکتوز) ، والجليكوز $C_6H_{12}O_6$.

وهو يكون خلأط مع مواد مؤكسدة مثل النترات والكلورات والبرمنجنات .

يمكن استخلاصه من النباتات المختلفة مثل قصب السكر والبنتر واللفت وغيره .

Vaseline الفازلين



رمزه: يبدأ من $C_{15}H_{32}$ إلى $C_{20}H_{42}$ (أي أنه أنواع)

خواصه: هو مادة هلامية عجينية ناعمة ، لها ألوان مختلفة أشهرها الأبيض والأصفر ، يستخدم في عمليات التليين والتغيير على الجروح ، ويدخل في خلطات المراهم ، وفي عمليات الإحكام للأجهزة الزجاجية ، متوفرة في البقالات و محلات بيع الخردوات والزينة والصيدليات ، ويحصل عليه من عمليات الغليان العالي لتقطير البترول أو زيت Shale .

Toluene الطولوين

خواصه: سائل عديم اللون ذو رائحة خاصة ، وهي لا يختلط بالماء ، ويمتزج بالمذيبات العضوية ، وهو يشبه البنزين في أنه أخف من الماء ، يشتعل بلهب مدخن ،

الاستخدام المدني: يستعمل كمذيب لكثير من المواد العضوي ، وهو يستخدم كمذيب لكثير من المواد العضوية ، وهو يستخدم كوقود ومذيب للأصباغ الدهنية والطلاء وكمذيب للصلق البلاستيك ، ويستخدم لتحضير الفينول والبنزين و TNT .. ويستخدم صنّاع الدهانات التولوين مذيباً للـك (الورنيش). ويدخل التولوين كذلك في صناعة الكثير من الصبغات والعطور. وتشتترط الأنظمة الصحية في بعض الدول أن يقلل الصناع من كمية التولوين في الهواء الذي يتنفسه العمال. وتؤدي زيادة التعرض للتولوين إلى تلف جلد البشرة والعيون والجهاز العصبي المركزي.

وجوده في محلات بيع الوقود (يستخدم في البرازيل كوقود للسيارات) والمذيبات للصبغة الدهنية والطلاء ،

تولوين	
	
معلومات عامة	
الاسم النظامي	ميثيل بنزين
أسماء أخرى	ميثيل البنزن، فينيل الميثان،
الصيغة الجزيئية	$C_6H_5CH_3$ أو C_7H_8
الخواص	
الكتلة المولية	92.14 غ/مول
المظهر	سائل عديم اللون
الكثافة	0.8669 غ/مل
الانحلالية في الماء	0.47 غ/ل ماء عند 20-25 °س
درجة الانصهار	93 ° س
درجة الغليان	110.6 ° س

الفينول Phenol



خواصه: يسمى أيضاً حمض الكربوليك Carboic acid ، يوجد الفينول على هيئة بلورات إبرية عديمة اللون ، وقد يتغير لونه لوجود بعض الشوائب فيه

، وهو لا يذوب ولكنه يمتص الرطوبة من الهواء عند وجود أي شوائب متحولاً بذلك إلى سائل ذي رائحة خاصة

الذائبية: وهو يذوب في أغلب المذيبات العضوية ، كما يذوب في الماء في درجة حرارة 68.5 درجة مئوية ، وهو يساعد على تخثر البروتينات ؛ ولهذا فهو سام للأنسجة .

الاستخدام المدني: يستخدم في صناعة نايلون 66 (الحرير الصناعي) وللتطهير من الميكروبات والجراثيم في المستشفيات وبيوت الدجاج ، ويستخدم في صناعة كثير من الأدوية من أشهرها الاسبرين (الذي إذا أكلت منه 30 حبة دفعة واحدة تموت ، أما إذا أكلت منه 60 حبة دفعة واحدة فلا تموت لأنها تتعادل داخل الجسم) ، كما يستخدم

الفينول في صناعة الأحبار

طرق الحصول

عليه واستخلاصه :

يوجد في

الصيدليات وفي

أماكن بيع المبيدات

الحشرية

والمنظفات ،

الكشف عنه : عند

إضافة ثلاثي

كلوريد الحديد Fe_2Cl_3 إلى الفينول ، سيتلون بلون بنفسجي.

الاسم النظامي (IUPAC)	
Phenol	
أسماء أخرى	
هيدروكسي البنزين الكربوليك حمض فينيل الكحول	
الخصائص	
C ₆ H ₆ O	صيغة كيميائية
94.11 غ/مول ⁻¹	كتلة مولية
بلورات صلبة شفافة	المظهر
1.07 g/cm ³	الكثافة
40.5 °س، 314 °ك، 105 °ف	نقطة الانصهار
181.7 °س، 455 °ك، 359 °ف	نقطة الغليان
8.3 g/100 mL (20 °C)	الذوبانية في الماء
9.95 (in water), 29.1 (in acetonitrile) ^[2]	حموضة (pK _a)

المخاطر	
	رمز الخطر GHS
[3]	
R23/R24/R25-R34- R48/R20/R21/R22-R68	توصيف المخاطر
S1/2-S24/S25-S26-S28- S36/S37/S39-S45	تحذيرات وقائية
79 °C	نقطة الوميض

الجلسرين Glycerin



رمزه: $C_3H_5(OH)_3$

خواصه: عبارة عن سائل لزج القوام ، عديم اللون والرائحة ، يتميز بطعم حلو ، وهو يتحول إلى مادة صلبة متبلورة عند تبريده ،

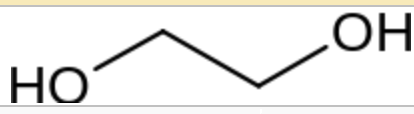
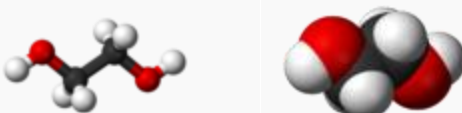
الذائبية: وهو يمتزج مع

الماء والكحول بكل النسب ، وهو عديم الذوبان في الإيثير

الاستخدام المدني: يستخدم في صناعة الصابون ومرطبات البشرة ، وبعض الأدوية والمواد الغذائية ، والبلاستيك ومعدات التزييت العادية والجراحية ، والتحاميل الطبية الشرجية ، وفي غسيل اليد ، وفي صناعة الراتنج (مادة مثل البلاستيك) والصمغ الصناعي ، والدخان والسجائر والأفلام ، وهو يستخدم في تحضير النيتروجلسرين المتفجر وفي إشعال برمنجنات البوتاسيوم ، وفي التوقيت مع حمض الكبريتيك داخل الكبسولة (لأنه يؤخر عمل الحمض داخل الكبسولة) .

يباع في الصيدليات

Glycerol	
الاسم النظامي (IUPAC)	
propane-1,2,3-triol	
أسماء أخرى	
glycerin glycerine propanetriol 1,2,3-trihydroxypropane	
الخصائص	
صيغة كيميائية	$C_3H_8O_3$
كتلة مولية	92.09 غ.مول ⁻¹
المظهر	colorless liquid hygroscopic
الرائحة	odorless
الكثافة	1.261 g/cm ³
نقطة الانصهار	17.8 °س، 291 °ك، 64 °ف
نقطة الغليان	290 °س، 563 °ك، 554 °ف
قرينة الانكسار (n _D)	1.4746
اللزوجة	1.412 Pa·s ^[1]

جليكول الإيثيلين	
	
	
الاسم النظامي (IUPAC)	
Ethane-1,2-diol	
أسماء أخرى	
1,2-Ethanediol	
Glycol	
Ethylene Alcohol	
Hypodibcarbonous acid	
Monoethylene glycol	
الخصائص	
C ₂ H ₆ O ₂	صيغة كيميائية
62.07 غ.مول ⁻¹	كتلة مولية
clear, colorless liquid	المظهر
1.1132 g/cm ³	الكثافة
12.9 °س، 260 °ك، 9 °ف	نقطة الانصهار
197.3 °س، 470 °ك، 387 °ف	نقطة الغليان
Miscible	الذوبانية في الماء
المخاطر	
R22 R36	توصيف المخاطر
S26 S36 S37 S39 S45 S53	تحذيرات وقائية
410 °C (770 °F)	درجة حرارة الاشتعال الذاتي

الجليكول

Glycol

رمزه: C₂H₆O₂

خواصه: سائل شفاف

عديم اللون والرائحة ،

حلو المذاق ، أقل

لزوجة من الجلسرين

، وهو شديد

الامتصاص للرطوبة

الذائبية: وهو قابل

للذوبان في الماء

والكحول بأي نسبة ،

ومع الجلسرين والاسيتون و حمض الخليك ، وغير قابل للخلط مع البنزين والكلوروفورم ، وثنائي كبريتيد الكربون C₂S وهو مذيب لكثير من العناصر التي تذوب في الماء بما في ذلك الأدوية ،

الاستخدام المدني: ويدخل في صناعات كثيرة مثل

مضادات التجمد (أنتي فريز) وفي صناعة

المضافات الغذائية ، ومواد التجميل ، وفي صناعة

ألياف الولي استر مثل قماش الترائين ، وفي تبريد

الآلات الصناعية ، وفي صناعة البولي إيثيلين جليكول

Poly ethylene glycol لمنع تسوس الأخشاب ،

ويستخدم في تحضير المتفجر ثنائي نيترو جليكول .

وجوده يباع في شركات الأدوية وصيانة السيارات

على أنه مانع للتجمد ، ويحضر بتفاعل غاز الإيثيلين

مع ماء الكلور .

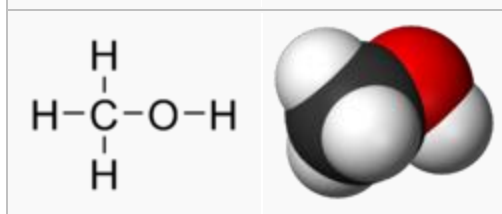
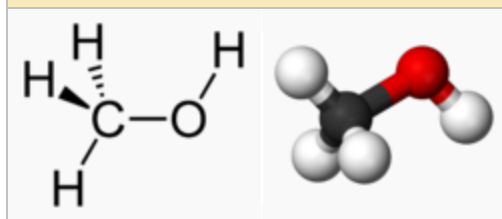
الكحول الميثيلي Methyl alcohol

خواصه: سائل شفاف ذو رائحة شبيهة برائحة الكحول الإيثيلي ، له طعم حارق ، وشربه يسبب العمى والهوس الذائبية: وهو يذوب في الماء ،

الاستخدام المدني: يستخدم في تحضير العطور والدهان وكوقود للسيارات ومضاد للتجمد ، كما يستخدم كمذيب و عامل تطهير وتنظيف ، ومخفف لكثافة الشيلاك ، وتنقية بعض المواد المتفجرة ، وفي تحضير المتفجر ثنائي نيترو ميثان .

يباع في الصيدليات كمطهر للجروح ، ويستخدم أيضاً كوقود للتسخين ، ويمكن تحضيره بعدة طرق منها : تسخين الخشب بمعزل عن الهواء (هذه العملية تسمى التقطير الإتلافي) في درجة حرارة من 250 – 400 درجة مئوية ، في حجرة حديدية مغلقة مظلمة ، وينتج معه نواتج كثيرة يفصل عنها حسب درجات الحرارة لغليانه أو تبخره .

ميثانول



الاسم النظامي (IUPAC)

ميثانول

أسماء أخرى

كحول ميثيلي
الخشب روح

الخصائص

صيغة جزيئية	CH ₃ OH
الكتلة المولية	32.04 غ/مول
المظهر	سائل عديم اللون
الكثافة	0.79 غ/سم ³
نقطة الانصهار	- 98 °C
نقطة الغليان	65 °C
الذوبانية في الماء	يتمزج مع الماء
الذوبانية	يتمزج مع الإيثانول والإيثر الإيثيلي

Benzene	
	
الاسم النظامي (IUPAC)	
Benzene	
Cyclohexa-1,3,5-triene	تسمية الاتحاد الدولي للكيمياء
أسماء أخرى	
1,3,5-Cyclohexatriene, Benzol, Phene	
الخصائص	
C ₆ H ₆	صيغة كيميائية
78.11 غ/مول ⁻¹	كتلة مولية
Colorless liquid	المظهر
Aromatic, gasoline-like	الرائحة
0.8765(20) g/cm ³ [1]	الكثافة
5.53 °س، 279 °ك، 42 °ف	نقطة الانصهار
80.1 °س، 353 °ك، 176 °ف	نقطة الغليان
1.53 g/L (0 °C) 1.81 g/L (9 °C) 1.79 g/L (15 °C)[2][3][4] 1.84 g/L (30 °C) 2.26 g/L (61 °C) 3.94 g/L (100 °C) 21.7 g/kg (200 °C, 6.5 MPa) 17.8 g/kg (200 °C, 40 MPa)[5]	الذوبانية في الماء

البنزين Benzene

خواصه: سائل عديم اللون ، وهو لا يختلط بالماء إلا بنسبة بسيطة 0.2 % ، لكنه يمتزج بكل المذيبات العضوية ، يحترق بلهب مدخن مصفر مما يدل على وجود نسبة عالية من الكربون فيه ، وهو مركب حلقي عضوي سريع الاشتعال والتطاير ، والبخار الناتج منه سام ،

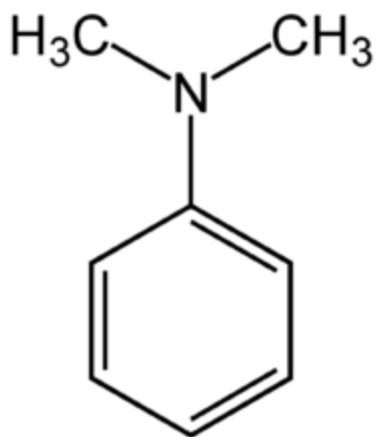
الاستخدام المدني: وهو يستخدم كوقود للسيارات وكمذيب لبعض الدهون والصمغ والزيوت ، ويستخدم في عمليات الإنارة و ووقود للمحركات الصغيرة ، وفي تحضير القنابل الحارقة (المولوتوف والنابلم) ، وكذلك في تحضير النيترو بنزين ، ومشتقاته كثيرة ومتعددة . يوجد البنزين النقي في محطات الوقود المنتشرة في كل مكان ، وقد تم عزله لأول مرة بواسطة عالم يسمى فاراداي Faraday في عام 1825 م بواسطة تكثيف بخار البترول وضغطه ، وفي عمليات التقطير الإتلافي ، ونحصل الآن على معظم البنزين بواسطة تقطير البترول .

المخاطر

		ترميز المخاطر
R45, R46, R11, R16, R36/38, R48/23/24/25, R65		توصيف المخاطر
S53, S45		تحذيرات وقائية
930 mg/kg (rat, oral)		LD ₅₀

ثنائي ميثايل أنيلين Di Methyl aniline

ثنائي ميثايل الأنيلين



رمزها : $C_6H_5N(CH_3)_2$

خواصه: سائل زيتي عديم اللون ، ورائحته مميزة وكريهة جداً – مثل رائحة المبيد الحشري – وهو عبارة عن سائل زيتي عديم اللون عندما يكون نقياً، في حين أن العينات التجارية منه تكون صفراء.

الاستخدام المدني: يستخدم كمذيب ويدخل في صناعة الصباغة للأقمشة الكتانية والصوفية وفي تنقية القطن

يستخدم مركب ثنائي ميثايل الأنيلين كمحفز لتصلب ريزينات (راتنجات) البوليستر وفينيل الإستر [3].

يستخدم كركازة لتحضير مركبات عضوية أخرى.

الاسم النظامي (IUPAC)

ميثيل الأنيلين ثنائي-N,N

أسماء أخرى

DMA ثنائي ميثايل الأنيلين،

الخصائص

صيغة جزيئية $C_8H_{11}N$

الكتلة المولية 121.19 غ/مول

المظهر سائل عديم اللون

الكثافة 0.956 غ/مل سائل

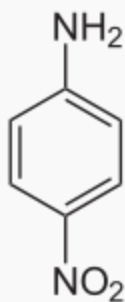
نقطة الانصهار $2^{\circ}C$

نقطة الغليان $194^{\circ}C$

المخاطر

توصيف المخاطر ?

تحذيرات وقائية ?



بارا نيترو أنيلين Para Nitro aniline

رمزه: $C_6H_4NH_2NO_2$

خواصه: بلورات صفراء اللون ،

الاستخدام المدني: يستخدم في صباغة الأقمشة ،
ويستخدم في تحضير خليط توليد الدخان الأصفر
يوجد في أماكن الصباغة للأقمشة . وتستخدم هذه
المادة الكيميائية عادة كمادة وسيطة في تركيب
الأصباغ، ومضادات الأكسدة، والمواد الصيدلانية
والبنزين، في مثبطات اللثة والأدوية الدواجن، وكما
المانع للتآكل.



أسماء

اسماء اخرى
4-بالنترو أنيلين
1-الأمينية-4-نترات البنزين
ف nitrophenylamine

عقارات

الصيغة الكيميائية	$C_6H_4NH_2NO_2$
الكتلة المولية	138.12 جم / مول
مظهر	مسحوق أصفر أو البني
رائحة	خافت، مثل الأمونيا
كثافة	1.437 غرام / مل، صلبة
نقطة الانصهار	146-149 °C (295-300 °F، 419-422 K (مضاءة))
نقطة الغليان	332 °F (167 °C، 605 K)
الذوبان في الماء	0.8 ملغ / مل في 18.5 °C (IPCS)

المخاطر

الرئيسية المخاطر	سام
تصنيف الاتحاد الأوروبي	  N تي
R عبارات	53 / R52 R33 25/24 / R23
S عبارات	S61 S45 37 / S36 S28
نقطة الوميض	199 °F (93 °C، 472 K)

هكسا كلورو إيثان Hexa Chloro ethane**رمزه: CCl_6** **خواصه:** بلورات صلبة شفافة ،

درجة انصهارها: 244 درجة مئوية ، وعند تسخينها تتسامى ، ويمكن تحضيرها بواسطة كلورَت (أي إدخال الكلور عليها) مادة رابع كلورو الإيثان Tetra Chloro ethane في وجود كلوريد الألومنيوم

الفسفور Phosphorous

رمزه: P & P₄

خواصه: هو عنصر لا فلزي ، بلوراته لها عدة ألوان (أبيض ، أصفر ، أحمر) ، أما الأبيض فله شكل الشمع الأبيض الصلب ، وهو يشتعل تلقائياً في الهواء عند درجة حرارة 34 درجة مئوية ؛ لذلك يخزن تحت الماء ، ويجب عدم لمسه ، أما الفسفور الأحمر بلورات حمراء اللون يحفظ في الهواء دون خطورة ، درجة انصهاره 317 درجة مئوية ، ودوْجة غليانه 552 درجة مئوية

درجة انصهاره: 44.1 درجة مئوية ،

درجة غليانه: 280 درجة مئوية ،

كثافته: 1.82 جم/سم³ ، تركيبه الذري 5 : 8 : 2 ، وزنه الذري 30.97 .

الاستخدام المدني: ويستخدم الفسفور عموماً في تحضير حمض الفسفوريك H₃PO₄ لتحضير الأسمدة ، ويستخدم أيضاً في تنقية المياه و مساحيق الغسيل ، ويستخدم في تحضير البكنج باودر ، والوجبات الجاهزة المعلبة ، وصناعة أعواد الثقاب للإشعال ، والمبيدات الحشرية ، و الزجاج والأواني الخزفية والسيراميك

والمطهرات ومعالجة المعادن .

يوجد الفسفور في القشرة الأرضية على هيئة فوسفات الكالسيوم Ca₃(PO₄)₂ ، ويؤخذ منه الفسفور بعد صهره في الرمال داخل أفران وباستعمال قوس كهربائي ، فيقطر ويتجمع تحت الماء ، ويوجد الفسفور على هيئة خام اسمه أباتائيت Apatite ، وخام فلورو أباتائيت Fluro Apatite

كبريتات النحاس الثنائي



الاسم النظامي (IUPAC)

النحاس الثنائي كبريتات

أسماء أخرى

النحاس سلفات

الخصائص

CuSO ₄	صيغة جزيئية
159.609 غ/مول (لامائي)	الكتلة المولية
249.68 غ/مول (خماسي هيدرات)	
مسحوق أبيض (لا مائي)	المظهر
بلورات زرقاء (خماسي هيدرات)	
3.603 غ/سم ³ (لامائي)	الكثافة
2.284 غ/سم ³ (خماسي هيدرات)	
110 °س (4 - H ₂ O) 150 °س (5 - H ₂ O) 650 °C >يتفكك	نقطة الانصهار
31.6 غ/100 مل ماء عند 0 °س	الذوبانية في الماء
غير منحل في الميثانول والإيثانول	الذوبانية
المخاطر	
  F+ Xn	ترميز المخاطر
R22-R36/38-R50/53	توصيف المخاطر
S2-S22-S60-S61	تحذيرات وقائية

كبريتات النحاس Copper Sulphate

رمزها : CuSO₄

خواصه: ويكون على شكل مسحوق بلورات زرقاء ، CuSO₄ . 5H₂O عندما يكون خماسي هيدرات في حين أنه يكون على شكل مسحوق ذي لون أبيض إلى رمادي عندما يكون بالشكل اللا مائي. اسمها التجاري (نيله) ،

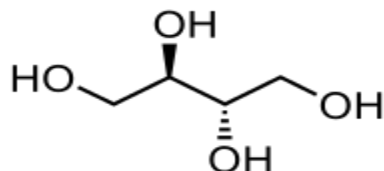
الاستخدام المدني: تستخدم في الأحبار السرية .

يستخدم بكثرة من أجل تحضير مركبات النحاس الأخرى. وفي المختبرات الكيميائية من أجل توضيح خلية غلفاني.

يستخدم أيضاً في مكافحة الآفات والتعقيم، كما يدخل في الصناعات النفطية ومعالجة الفلزات وفي التزجيج.

يستخدم الشكل الخالي من الماء من أجل الكشف على وجود الماء في المحلات العضوية، حيث يسهم التحول اللوني من اللون الأبيض إلى الأزرق نتيجة ارتباط كبريتات النحاس بالماء في الكشف عن ذلك.

Erythritol سكر الايريثريتول



رمزه: $C_4H_{10}O_4$

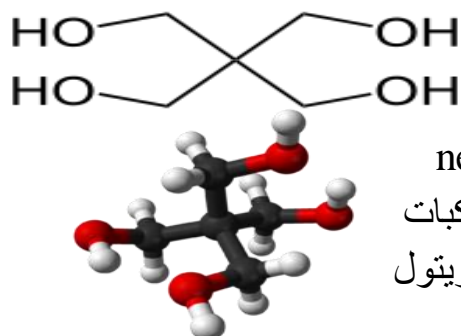
خواصه: (سكر كحولي (بوليول) بشكل بودرة بيضاء اللون تمت المصادقة على استخدامه كمادة مضافة إلى الغذاء في الولايات المتحدة، وفي معظم أنحاء العالم.

الخصائص	
صيغة كيميائية	$C_4H_{10}O_4$
كتلة مولية	122.12 غ.مول ⁻¹
الكثافة	1.45 g/cm ³
نقطة الانصهار	121 °س، 394 °ك، 250 °ف
نقطة الغليان	329-331 °س، 602-604 °ك، 628-624 °ف

الاستخدام المدني: ويتواجد في الطبيعة في بعض أنواع الفواكه والأطعمة المخمرة. يتم إنتاج هذا السكر صناعياً عن طريق تخمير الكلوكوز مع خمرة مونيلا بولينيس، حلاوته تعادل 60-70% من حلاوة سكر المائدة، ويوجد في الصيدلات ومحلات السوبرماركت في قسم مرضى السكري وهو متوفر بشكل واسع

بنثا إيريثريتول Pentaerythritol

رمزه: $C_5H_{12}O_4$



خواصه: بنثا إيريثريتول مركب عضوي وهو مادة بلورية متعددة الأغوال بيضاء تتمحور على قسم نيوبيناتان neopentane وهو مركب له استعمالات واسعة كأساس لتركيب كثير من المركبات متعددة المجموعات الوظيفية كمركب PETN ومركب بنثا إيريثريتول تترا أكريلات

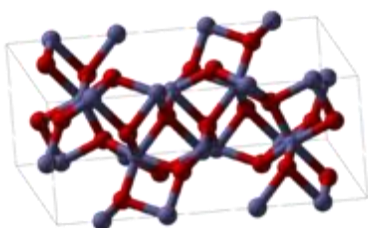
عديم الرائحة. غير ماص للرطوبة، غير طيار جزئياً وثابت في الهواء. وهو على ما يبدو غير سام ولا يخترق الجلد.

استخدامه: الأساسي في طلاءات الأسطح. ويستخدم في صناعة الدهانات والورنيش

الخصائص	
$C_5H_{12}O_4$	الصيغة الكيميائية
136.15	الكتلة المولية
بودرة بيضاء صلبة	المظهر
1.396 g/cm^3	الكثافة
260.5°C	نقطة الانصهار
276°C at 30 mmHg	نقطة الغليان
5.6 g/100 mL at 15°C	قابلية الذوبان في الماء

أكسيد الحديد الثلاثي

أكسيد الحديد الثلاثي



خواصه : ويكون على شكل مسحوق بلوري بني محمر. وهو المكون الأساسي للصدأ.

الاستخدام المدني: يستخدم في تعدين الألومنيوم حيث يتفاعل الألومنيوم مع أكسيد الحديد ليتشكل الحديد الحر وأكسيد الألومنيوم في تفاعل ناشر للحرارة

يستعمل كخضاب حيث يعطي اللون البني تحت الأسماء **Pigment Brown 6** و **Pigment Red 101**^[1] ..

يوجد في محلات الدهان او الاصبغة

الاسم النظامي (IUPAC)

الحديد الثلاثي أكسيد

أسماء أخرى

صدأ
أكسيد الحديدك
هيماتيت

الخصائص

Fe ₂ O ₃	صيغة جزيئية
159.70 غ/مول	الكتلة المولية
5.24 غ/سم ³	الكثافة
1566 °س يتفكك	نقطة الانصهار
غير منحل	الذوبانية في الماء

أكسيد الحديد الثنائي

أكسيد الحديد الثنائي



الاسم النظامي (IUPAC)

الحديد الثنائي أكسيد

أسماء أخرى

أكسيد الحديدوز

الحديدي أكسيد

الخصائص

FeO	صيغة جزيئية
71.85 غ/مول	الكتلة المولية
مسحوق بلوري أسود	المظهر
5.7 غ/سم ³	الكثافة
1370 °س	نقطة الانصهار
3414 °س	نقطة الغليان
غير منحل	الذوبانية في الماء

خواصه: مركب كيميائي له الصيغة FeO، ويكون على شكل مسحوق بلوري أسود. لا يوجد أكسيد الحديد الثنائي في الطبيعة، وبسبب عدم ثباتيته لا توجد عبوات تجارية منه.

ذو انحلالية ضعيفة في الأحماض الممددة، كما يتأكسد بسهولة بواسطة أكسجين الهواء الجوي. في الحالة النقية تكون له بنية بلورية مشابهة لبنية كلوريد الصوديوم

الاستخدام المدني:

أكسيد الزنك

خواصه: هو مركب لاعضوي ذو الصيغة الكيميائية ZnO. وهو على شكل مسحوق أبيض،

الذائبية: غير ذواب تقريبا في الماء.

الاستخدام المدني: يستخدم هذا المسحوق على نحو واسع كمادة مضافة إلى العديد من المواد المنتجات بما فيها اللدائن، والسيراميك، والزجاج، والأسمنت، والمطاط (إطارات السيارات)، ومواد التزليق، والطلاء، والمراهم، والمواد السادة، والخشب، والأغذية (كمصدر للتغذية بعنصر الزنك)، والبطاريات الكهربائية، ومؤخرات الحريق، إلخ. يتوفر أكسيد الزنك في القشرة الأرضية كفلز الزنكيت وهو أكسيد الزنك الأحمر، ولكن معظم أكسيد الزنك المستخدم تجاريا يصنع تركيبيا.

أكسيد الزنك



أسماء أخرى

أبيض الزنك
قلامينا

الخصائص

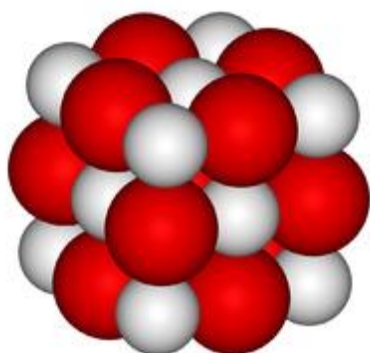
ZnO	صيغة جزيئية
81.408 غ/مول	الكتلة المولية
صلب أبيض	المظهر
بدون رائحة	الرائحة
5.606 غ/سم ³	الكثافة
1975 °م (يتحلل)	نقطة الانصهار
2360 °م	نقطة الغليان
100 g/0.00016 مل (30 °م)	الذوبانية في الماء
2.0041	قرينة الانكسار (n _D)

المخاطر

خطر البيئة N	ترميز المخاطر
على (N)	نقطة الوميض
1436 °C	

أكسيد الكالسيوم

أكسيد الكالسيوم



الاسم النظامي (IUPAC)

أكسيد الكالسيوم

أسماء أخرى

الحي الكلس

الخصائص

CaO	صيغة جزيئية
56.08 غ/مول	الكتلة المولية
مسحوق أبيض	المظهر
3.37 غ/سم ³	الكثافة
2572 °س	نقطة الانصهار
2850 °س	نقطة الغليان
يتفاعل	الذوبانية في الماء

المخاطر

 C	ترميز المخاطر
R34	توصيف المخاطر

خواصه: أو الجير الحي مركب كيميائي له الصيغة CaO ، ويكون على شكل مسحوق أبيض عديم الشكل البلوري

(غير متبلور) في الحالة العادية، لكن ببلورته من مصهوره نحصل على بلورات مكعبية الشكل لها نمط بلورات كلوريد الصوديوم

الذائبية: يتفاعل لدى تماسه مع الماء (تفاعل حلمهة) بشكل ناشر للحرارة مشكلاً هيدروكسيد الكالسيوم (الكلس المطفأ).

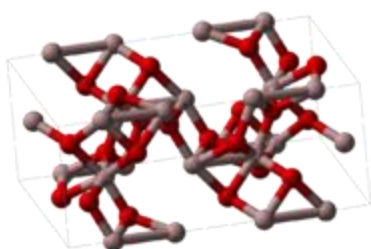
الاستخدام المدني: يستعمل في تحضير هيدروكسيد الكالسيوم المستخدم في مواد البناء يستعمل كمادة قلوية في علم التعدين وفي صناعة الزجاج. نتيجة ارتفاع درجة انصهاره يستخدم أكسيد الكالسيوم لتبطين الأفران.

مصادر الكلس: يتكون من ماء الابار المترسب في جدران البرك والمساح القديمة قليلاً لأهمالها وعدم تنضيفها وتصفيتها

يوجد في محلات الكيماويات وهو متوفر بكثرة

أكسيد الألمنيوم

أكسيد الألمنيوم



الاسم النظامي (IUPAC)

الألمنيوم أكسيد

أسماء أخرى

ألومينا

الخصائص

صيغة جزيئية	Al ₂ O ₃
الكتلة المولية	101.96 غ/مول
الكثافة	4.05 غ/سم ³
نقطة الانصهار	2054 °س
نقطة الغليان	2980 °س
الذوبانية في الماء	لا ينحل بالماء

المخاطر

توصيف المخاطر	لا يوجد
تحذيرات وقائية	S22

خواصه: أكسيد الألمنيوم هو مركب كيميائي ، ويطلق عليه أيضاً اسم **ألومينا**، يوجد على شكل نمطين يختلفان عن بعضهما في البنية البلورية ، وبالتالي يختلفان أيضاً في الخصائص الفيزيائية والكيميائية بالإضافة إلى التطبيقات، وهما النمط ألفا α والنمط غاما γ -- يكون α -أكسيد الألمنيوم على شكل بلورات بيضاء قاسية، لا تنحل لا في الحموض ولا الأسس، ولا تظهر أي شغف للرطوبة (استرطاب). يتواجد α -أكسيد الألمنيوم طبيعياً في فلز الكورونديم، كما يستحصل بكميات كبيرة من فلز البوكسيت.

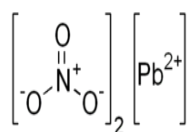
الاستخدام: نظراً لقساوة مركب α -أكسيد الألمنيوم (قساوة 9 على مقياس موس) فإنه يستخدم في معدات صقل وتلميع المعادن. كما يستخدم المركب في صنع الأجهزة المخبرية المعدة لتحمل درجات حرارة عالية مثل البواتق

-- النمط γ مسحوق أبيض ناعم شغوف للرطوبة، ينحل في كل من الحموض والأسس. بالتسخين فوق 950°س يتحول γ -أكسيد الألمنيوم إلى النمط ألفا. يتميز γ -أكسيد الألمنيوم بأن لديه قابلية كبيرة للامتصاص،

الاستخدام: لذلك يستخدم في الكروماتوغرافيا، في عمليات التجفيف، وفي إزالة ألوان المحاليل.

نترات الرصاص Lead Nitrate

نترات الرصاص الثنائي



الاسم النظامي (IUPAC)

الرصاص الثنائي نترات

الخصائص

Pb(NO ₃) ₂	صيغة جزيئية
331.2 g/mol	الكتلة المولية
White odourless solid	المظهر
4.53 g/cm ³	الكثافة
Decomposes at 290–470 °C	نقطة الانصهار
52 g/100 ml (20 °C)	الذوبانية في الماء
insoluble 1 g/2500 ml 1 g/75 ml	الذوبانية في nitric acid in ethanol in methanol

المخاطر

  T N	ترميز المخاطر
R61, R20/22, R33, R62, R50/53	توصيف المخاطر
S53, S45, S60, S61	تحذيرات وقائية
غير قابل للاشتعال	نقطة الوميض

خواصه: بلورات بيضاء اللون ، تكون شفافة عند النقاء ،

الذائبية: تذوب في الماء الساخن بسهولة أكثر من الماء البارد ،

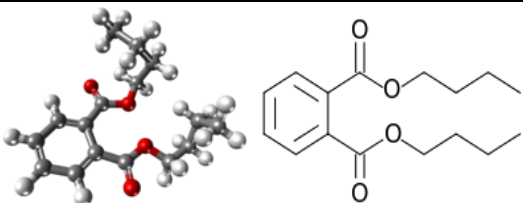
الاستخدام المدني: تستخدم في طباعة أقمشة (البافته) ، وتستخدم كذلك في تثبيت ألوان الأقمشة وفي صبغة معدن الكروم باللون الأصفر وفي تحضير أزيد الرصاص وفي تحضير الخلائط المتفجرة وفي تحضير حمض النيتريك .

وجودها توجد في محلات بيع أدوات طباعة الأقمشة وصبغتها وكذلك في صبغة المعادن ،

ملدن DBP الفثالات ثنائية البوتيل

خواصه:

هي التي يشيع استخدامها الملدنات . كما أنها تستخدم كمادة مضافة إلى المواد اللاصقة أو أحبار الطباعة. وهو قابل للذوبان في مختلف المذيبات العضوية ، على سبيل المثال في الكحول ، الأثير و البنزين . يستخدم DBP أيضا باعتبارها الطفيليات الخارجية .

مادة الفثالات ثنائية البوتيل DBP	
	
أسماء	
اسم IUPAC مادة الفثالات ثنائية البوتيل	
أسماء أخرى دي ن بوتيل الفثالات، بوتيل الفثالات، ن بوتيل الفثالات، 1،2- Benzenedicarboxylic ثنائية البوتيل استر حمض، س، Benzenedicarboxylic حمض ثنائية البوتيل استر، DBP، Palatino I C، إيلول، ثنائية البوتيل-1،2-البنزين- dicarboxylate	
عقارات	
الصيغة الجزيئية	$C_{16}H_{14}O_4$
الكتلة المولية	278.34 ز . مول ⁻¹
مظهر خارجي	عديم اللون إلى سائل زيتي أصفر خافت
رائحة	عطري
كثافة	1.05 جم / سم ³ عند 20 ° C
نقطة الانصهار	-35 ° F (-31 ° C، 238 K)
نقطة الغليان	340 ° F (644 ° C، 613 K)
الذوبان في الماء	13 ملغ / لتر (25 ° C)

المنغنيز

المظهر

رمادي فلزي



الخصائص العامة

الاسم، العدد، الرمز	منغنيز، 25، Mn
تصنيف العنصر	فلز انتقالي
المجموعة، الدورة، المستوى الفرعي	d، 4، 7
الكتلة الذرية	54.938045 غ·مول ⁻¹
توزيع إلكتروني	Ar]; 4s ² 3d ⁵
توزيع الإلكترونات لكل غلاف تكافؤ	(2, 8, 13, 2 صورة)

الخصائص الفيزيائية

الطور	صلب
الكثافة عند درجة حرارة الغرفة)	7.21 غ·سم ⁻³
كثافة السائل عند نقطة الانصهار	5.95 غ·سم ⁻³
نقطة الانصهار	1519 ك، ° 1246 س، ° 2275 ف
نقطة الغليان	2334 ك، ° 2061 س، ° 3742 ف
حرارة الانصهار	12.91 كيلوجول·مول ⁻¹
حرارة التبخر	221 كيلوجول·مول ⁻¹
السعة الحرارية	26.32 (س ° 25) جول·مول ⁻¹ ·كلفن ⁻¹

خواصه: المنغنيز هو عبارة عن معدن فضي-رمادي اللون ويشبه الحديد. وهو صلب ولكن هش. من الصعب دمج مع معادن أخرى ولكن من السهل تأيينه. يعتبر معدن المنغنيز ومكوناته مكونات لا مغناطيسية

الاستخدام المدني: مركبات المنغنيز تستخدم كصبغات ومواد ملونة في صناعات الزجاج والصناعات الخزفية. اللون البني للخزف في بعض الأحيان يعتمد على مركبات المنغنيز. في صناعة الزجاج، تستخدم مركبات المنغنيز لغرضين: منغنيز (III)) يتفاعل مع حديد (II) ليعطي لون أخضر قوي. وكميات أكبر من المنغنيز تستخدم لصناعة الزجاج باللون الوردى.

نترات الباريوم

نترات الباريوم	
$\left[\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{O}^- - \text{N}^+ - \text{O}^- \end{array} \right]_2 \left[\text{Ba}^{2+} \right]$	
الاسم النظامي (IUPAC)	
باريوم نترات	
الخصائص	
Ba(NO ₃) ₂	صيغة جزيئية
261.34 غ/مول	الكتلة المولية
بلورات عديمة اللون	المظهر
3.24 غ/سم ³	الكثافة
592 °س يتفكك	نقطة الانصهار
8 غ/100 مل ماء عند 20 °س 25 غ/100 مل ماء عند 100 °س	الذوبانية في الماء
المخاطر	
 	ترميز المخاطر
R20/22	توصيف المخاطر
S2-S28	تحذيرات وقائية

خواصه: ويكون على شكل بلورات ثمانية الوجوه وعديمة اللون

بتسخين بلورات مركب نترات الباريوم حتى التوهج تحدث عملية تفكك للمركب إلى فوق أكسيد الباريوم، الأكسجين، والنيتروجين مع إصدار لهب ذي لون أخضر.

الاستخدام المدني:

يستخدم مركب نترات الباريوم في الألعاب النارية كما يدخل مركب نترات الباريوم في صناعة الزجاج والسيراميك

نتريت الصوديوم

خواصه: بلوراته لها لون أبيض إلى أبيض مصفر.
بلوراته لها لون أبيض إلى أبيض مصفر.

الاستخدام المدني:

يستخدم على نطاق واسع في صناعة الأصبغة حيث يستعمل في ديازة الأمينات لتحضير الأصبغة الأزوية.

يستخدم كمادة حافظة ضد تفسخ اللحوم E250.

له العديد من التطبيقات الأخرى في مجالات قصر الألياف والتصوير الضوئي والطب.

نتريت الصوديوم



الاسم النظامي (IUPAC)

صوديوم نتريت

الخصائص

NaNO ₂	صيغة جزيئية
69.00 غ/مول	الكتلة المولية
بلورات بيضاء إلى صفراء	المظهر
2.17 غ/سم ³	الكثافة
271 °س	نقطة الانصهار
320 °س يتفكك	نقطة الغليان
82 غ/100 مل ماء عند 20 °س	الذوبانية في الماء

المخاطر



O



T



N

ترميز المخاطر

R8-R25-R50

توصيف المخاطر

S1/2-S45-S61

تحذيرات وقائية

هيدروكسيد الصوديوم الكلس المطفأ أو الجير

خواصه: ويكون على شكل مسحوق أبيض ناعم. ويسمى الجير المطفئ أو الجير المطفئ

الاستخدام المدني :

يستعمل للتطويف في معالجة المياه.

يدخل من ضمن مكونات خلطة الملاط والجص.

يستعمل كمادة قلوية في الصناعة.

توجد في محلات المنظفات والصيدليات والمخازن الكيميائية

النشاء

رمزه: $(C_6H_{10}O_5)_n$

خواصه: هي عبارة عن مسحوق ناعم جداً يتفتت بين الأصابع عند الضغط عليه، غير منحل عملياً في الماء البارد والكحول، ويكون عديم الرائحة وله طعم خفيف مميز وله أنواع عديدة هي: نشاء القمح، نشاء البطاطا، نشاء الذرة، نشاء الرز

الاستعمال المدني:

يستعمل النشاء صيدلانياً كـ مزلق، ممدد ومفتت للكبسولات والمضغوطات، وأخيراً كـ رابط في المضغوطات. كما قد يستخدم كغطاء واقٍ في تحضيرات المراهم المطبقة على الجلد.

هيدروكسيد الكالسيوم



الاسم النظامي (IUPAC)

الكالسيوم هيدروكسيد

أسماء أخرى

الكلس المطفأ
الكالسيوم ماءات

الخصائص

صيغة جزيئية	$Ca(OH)_2$
الكتلة المولية	74.093 غ/مول
المظهر	مسحوق أبيض ناعم
الكثافة	2.211 غ/سم ³
نقطة الانصهار	512 °س يتفكك
الذوبانية في الماء	0.165 غ/100 مل ماء

المخاطر

ترميز المخاطر	Xi
توصيف المخاطر	R41
تحذيرات وقائية	S22-S24-S26-S39

الكيروسين

خواصه: وهو سائل هيدروكربوني، مشتق من النفط، قابل للاشتعال وذو رائحة مميزة

وهو يدعى بزيت **البرافين** (وأحياناً زيت البرافين) في بريطانيا وجنوب أفريقيا. ولفظ الكيروسين شائع في معظم أرجاء الولايات المتحدة وكندا وأستراليا ونيوزيلندا حيث يطلق عليه باللغة العامية (kero). وهو معروف في مصر بالعديد من الأسماء منها "الغاز" و"الكيروسين" و"السولار".

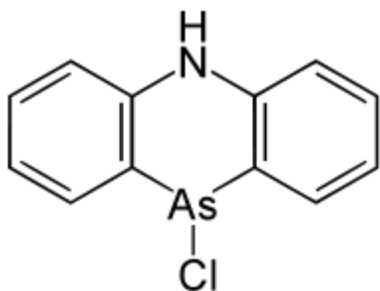
الاستخدام المدني:

ويستخدم الكيروسين كوقود في المحركات النفاثة للطائرات وبعض أنواعه الأقل نقاوة تستخدم في أفران الخبز، ويطلق عليه محلياً (القاز)، ويستخدم أيضاً كوقود للتدفئة. يستعمل كوقود للمحركات النفاثة، والكيروسين يضاف إلى الديزل لمنع من التحول إلى شمع في درجات الحرارة المنخفضة.

ويستعمل أيضاً في معالجة برك المياه الراكدة لمنع البعوض من التفقيس، ويمكن أن يستعمل في إزالة القمل من الشعر لكن هذه الممارسة مؤلمة وخطيرة جداً، فهذا يؤدي إلى تدمير الدهون الطبيعية في الشعر وفروة الرأس. ويستخدم أيضاً كوقود للطائرات

ثنائي فينيل أمين كلور الزرنيخ

أدامسيت



الاسم النظامي (IUPAC)

بنزو-1-كلورو-4-أرسينين ثنائي

أسماء أخرى

الزرنيخ ثنائي فينيل أمين كلور
كلوريد فينارسازين

الخصائص

صيغة جزيئية	C ₁₂ H ₉ AsClN
الكتلة المولية	277.58 غ/مول
المظهر	بلورات صفراء إلى خضراء
نقطة الانصهار	195 °س
نقطة الغليان	410 °س يتفكك
الذوبانية في الماء	غير منحل

المخاطر

ترميز المخاطر	 T  N
توصيف المخاطر	R23/25-R50/53
تحذيرات وقائية	S1/2-S20/21-S28-S45-S60-S61

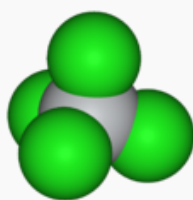
خواصه: أدامسيت وهو الاسم الشائع لمركب ثنائي فينيل أمين كلور الزرنيخ، وهو مركب عضوي فلزي للزرنيخ له الصيغة $\text{AsCl}_2\text{-(C}_6\text{H}_5\text{)}_2\text{HN-NH-}$ ويكون على شكل بلورات صفراء إلى خضراء حسب درجة النقاوة. يصنف الأدامسيت ضمن الأسلحة الكيميائية وذلك بسبب كونه مسبباً للإقياء ومسيلاً للدموع. تمتاز بلورات الأدامسيت بأنها عديمة الرائحة وأنها ذات ضغط بخار منخفض، وهي لا تتحلل بالماء، لكنها تتحلل في المحلات العضوية مثل الأسيتون وثنائي كلورو الميثان. أما أبخرة الأدامسيت فلها لون أصفر الكناري.

عندما يكون الأدامسيت معلقاً ضمن سائل أو غاز فإنه يسبب تهيجاً في الجهاز التنفسي قد يدوم لعدة ساعات يهيج الأدامسيت الأغشية المخاطية والعينين، كما يسبب الصداع والغثيان ويؤدي إلى الإقياء.

الاستخدام : كان يستخدم سابقاً كمسيل للدموع ومفرق للجموع، إلا أن استخدامه أصبح محظوراً لسميته، فاستبدل بغازات مسيلة للدموع أقل ضرراً مثل 2-كلوروبنزال ثنائي نتريل حمض المالونيك المعروف تحت اسم غاز CS.

رابع كلوريد التيتانيوم

رابع كلوريد التيتانيوم



أسماء

رابع كلوريد التيتانيوم

عقارات

الصيغة الكيميائية $TiCl_4$

الكتلة المولية 189.679 ز / مول

مظهر خارجي السائل عديم اللون

رائحة اختراق رائحة حمض

كثافة 1.726 جم / سم³

نقطة الانصهار -24.1 درجة مئوية

نقطة الغليان 136.4 درجة مئوية

الذوبان في الماء يتفاعل

الذوبانية قابل للذوبان في الإيثانول ، الهيدروكلوريك

المخاطر



C

تصنيف الاتحاد الأوروبي

R34 ، R14

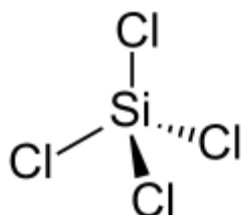
R عبارات

/ S36 ، S30 ، S26 ، 8 / S7 ، (2 / S1)
S45 ، 39/37

S عبارات

رابع كلوريد السيلكون

الصيغة البنائية



جنرال لواء

اسم	رابع كلوريد السيلكون
اسماء اخرى	Tetrachlorsilan
الصيغة الجزيئية	4 SiCl
وصف قصير	لاذع، سائل عديم اللون [1]

مميزات

الكتلة المولية	169.90 ز · مول ⁻¹
الحالة الفيزيائية	سائل
كثافة	1.48 ز · سم ⁻³ [1]
نقطة الانصهار	-70 °C [1]
نقطة الغليان	57 °C [1]
ضغط البخار	253 ح با (20 °C) [1]
الذوبانية	يتفاعل بعنف مع الماء [1]
معامل الانكسار	1.41156 (25 °C) [2]

احتياطات السلامة



R: 14 - 38/37/36

تحذيرات وقائية من المواد الخطرة

S: (2) - 8.7 - 26

حلقي الهكسان

خواصه: حلقي الهكسان (سيكلوهكسان) هو مركب عضوي له الصيغة الكيميائية C_6H_{12} . يتكون حلقي الهكسان من 6 ذرات كربون مرتبطين معا في شكل حلقي، وترتبط كل ذرة كربون بذرتي هيدروجين

الاستخدام المدني :

يستخدم الهكسان الحلقي لإنتاج النايلون.

يستخدم الهكسان الحلقي كمذيب.

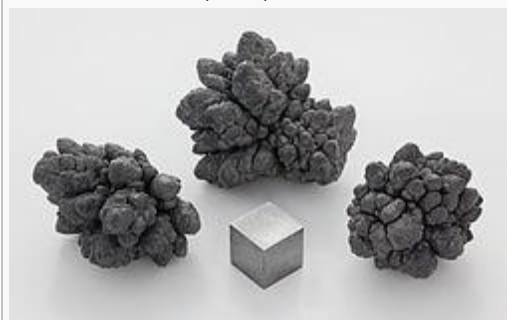
الهكسان الحلقي المستخرج من البترول يعتبر من المواد الأولية المهمة في إنتاج الكيمياويات العضوية

حلقي الهكسان	
	
الاسم النظامي (IUPAC)	
الهكسان حلقي	
أسماء أخرى	
البنزين سداسي هيدرو	
الخصائص	
صيغة جزيئية	C_6H_{12}
الكتلة المولية	84.16 غ/مول
المظهر	سائل عديم اللون له رائحة مميزة
الكثافة	0.78 غ/سم ³
نقطة الانصهار	6.5 °س
نقطة الغليان	81 °س
الذوبانية في الماء	لا يمتزج مع الماء
الذوبانية	الكحول والإيثر
المخاطر	
<div> <div>F</div> <div>Xn</div> <div></div> <div></div> <div></div> <div>N</div> </div>	ترميز المخاطر
R11-R38-R65- R67-R50/53	توصيف المخاطر
S2-S9-S16-S25- S33-S51-S60-S61-S62	تحذيرات وقائية

الرصاص

المظهر

رمادي فلزي



الخصائص العامة

الاسم، العدد، الرمز	رصاص، 82، Pb
تصنيف العنصر	فلز بعد انتقالي
المجموعة، الدورة، المستوى الفرعي	14، 6، p
الكتلة الذرية	207.2 غ·مول ⁻¹
الخصائص الفيزيائية	
الطور	صلب
الكثافة (عند درجة حرارة الغرفة)	11.34 غ·سم ⁻³
كثافة السائل عند نقطة الانصهار	10.66 غ·سم ⁻³
نقطة الانصهار	600.61 ك، ° 327.46، ° 621.43 ف
نقطة الغليان	2022 ك، ° 1749 س، ° 3180 ف
حرارة الانصهار	4.77 كيلوجول·مول ⁻¹
حرارة التبخر	179.5 كيلوجول·مول ⁻¹

خواصه: يعد أحد الفلزات الثقيلة السامة.

يتواجد الرصاص بالطبيعة كمركب كبريتيد الرصاص PbS، يعد الرصاص من أقدم الفلزات المكتشفة والمستخدم عبر التاريخ وذلك نظرا لكونه مطاوعا سهل السبك ودرجة انصهاره المنخفضة. يسمى الرصاص في اللغة العربية أيضاً باسم الصرْفان [1] وأما الآنك هو: الأسْرُب. وهو: الرصاص القلعي، أو القزدير، أو الرصاص الأبيض، وقيل: الأسود، وقيل هو: الخالص منه.

الاستخدام المدني:

نظرا لكون الرصاص من العناصر الثقيلة غير المشعة فيستخدم لكبح الإشعاعات النووية وامتصاصها. وتستخدم صفائح الرصاص السمكية كعازل للإشعاعات.

تدخل الواحه في صناعة بطاريات السيارات.

تدخل عناصر الرصاص في صناعة الكثير من الأصباغ والألوان والدهانات.

يدخل في صناعة المعالجات الحاسوبية هذا عن عنصر الرصاص

كان الرصاص أحد العناصر الأساسية في خليط المعادن المستخدم في تنضيد المعادن الساخن ، وكان يستخدم أيضا في السباكة وكذلك كأداة تقديم طعام وشراب لدى الرومان القدماء ، حتى العام 1970 كان الرصاص يخلط مع الحديد المستخدم في أنابيب المياه ذات القطر الصغير

برمنغنات البوتاسيوم

فوق منغنات البوتاسيوم



الاسم النظامي (IUPAC)

البوتاسيوم برمنغنات

الخصائص

صيغة جزيئية	KMnO ₄
الكتلة المولية	158.04 غ/مول
المظهر	بلورات إبرية قرمزية
الكثافة	2.70 غ/سم ³
نقطة الانصهار	270 °س يتفكك
الذوبانية في الماء	6.38 غ/100 مل ماء

المخاطر

 O	ترميز المخاطر
 Xn	
 N	
R8-R22-R50/53	توصيف المخاطر
S60-S61	تحذيرات وقائية

خواصه: فوق منغنات البوتاسيوم (أو برمنغنات البوتاسيوم) هو مركب كيميائي صيغته الكيميائية 4KMnO وفي هذا الملح يكون المنغنيز في حالة الأكسدة +7، وهي أعلى حالة أكسدة لذلك العنصر، من هنا أتت السابقة "فوق (per)"، وهو يسمى أيضا برمنغنات ملح القلي. ويكون على شكل بلورات بنفسجية محمرة، لها بريق معدني.

يعتبر أيون البرمنغنات عامل مؤكسد قوي وهو له القدرة على الذوبان في الماء ليعطى محلول ذو لون قرمزي غامق، وتبخره يعطى بلورات قرمزية-سوداء موشورية بلورات برمنغنات البوتاسيوم لها بنية بلورية من النمط المعيني القائم، وتكون ثوابت الشبكة البلورية كالتالي: $a = 910.5 \text{ pm}$ و $b = 572.0 \text{ pm}$ و $c = 742.5 \text{ pm}$ ، في حين أن طول الرابطة Mn-O تبلغ 162.9 بيكومتر.

ينحل فوق منغنات البوتاسيوم بشكل جيد في الماء، وتكون محاليله ذات لون لون قرمزي غامق. يستخدم حمض الأكساليك من أجل تقييس تلك المحاليل وذلك في الكيمياء التحليلية.

عند تسخين بلورات فوق منغنات البوتاسيوم إلى درجات حرارة تصل إلى 240°س يتفكك المركب إلى كل من منغنات البوتاسيوم وأكسيد المنغنيز الرباعي (ثنائي أكسيد المنغنيز) وأكسيد البوتاسيوم، ويطلق غاز الأكسجين

الاستخدام المدني: استخدم مركب فوق برمنغنات البوتاسيوم في السابق من أجل معالجة مياه الشرب مياه المسابح والخزانات. كما يمكن أن تستخدم محاليله المائية من أجل معالجة حالات متوسطة من مرض الفاقوع pompholyx، والتهاب الجلد Dermatitis (طفح). وفي حالات إصابة الأطراف بالفطريات.

استعملت محاليل البرمنغنات فيما مضى من أجل علاج مرض السيلان، ويستعمل للآن من أجل علاج مرض داء المبيضات

كبريتيد الفضة

كبريتيد الفضة



الاسم النظامي (IUPAC)

الفضة كبريتيد

أسماء أخرى

الفضة كبريت

الخصائص

صيغة جزيئية	Ag ₂ S
الكتلة المولية	247.8 غ/مول
المظهر	بلورات سوداء
الكثافة	7,23 غ/سم ³
نقطة الانصهار	825 °س
الذوبانية في الماء	غير منحل
المخاطر	
توصيف المخاطر	لا يوجد
تحذيرات وقائية	S24/25

خواصه: ويكون على شكل بلورات سوداء مخبرياً يحضر من تمرير غاز كبريتيد الهيدروجين على محلول ملح من أملاح الفضة فيترسب راسب أسود

الاستخدام المدني: يستخدم كبريتيد الفضة بشكل تقني في كلون في صناعة السيراميك

نصائح عسكرية

أولاً / قواعد التعامل مع المتفجرات :

- (1) الخطأ الأول هو الخطأ الأخير في المتفجرات .
- (2) المتفجرات لا تحترم الأشخاص أو الرتب .
- (3) التعامل معها بحذر دون خوف ، وبثقة دون غرور .
- (4) يمنع العلم بمعلومات ناقصة أو إعطاؤها للغير .
- (5) يجب التعامل معها برفق وحساسية .
- (6) يجب التعامل معها في كل مرة كالتعامل معها لأول مرة .
- (7) الاقتصاد على أقل عدد ممكن من الأفراد حين التعامل معها .
- (8) عدم تعريضها للحرارة أو الرطوبة أو الطرق أو الضغط .
- (9) لا تتعامل مع أي جسم أو مادة ليست معروفة لك مسبقاً .
- (10) الاحتياط في التعامل معها لأنها سامة .
- (11) يمنع إشعال اللهب أو النار أثناء التعامل معها .
- (12) لا تحرق أغلفة أصابع الديناميت أو تعرضها للطرق الشديد لأنها مشبعة بالنيتروجلسرين .
- (13) يجب الحذر الشديد والانتباه الزائد للمواد الحساسة .
- (14) يمنع التعامل معها أثناء الشرود الذهني أو التعب الجسدي .

ثانياً / قواعد عامة للتعامل مع الصواعق :

- (1) يمنع حمل الصواعق في أماكن الارتكاز في الجسم .
- (2) لا تمسك الصاعق من ثلثه الأخير .
- (3) يمنع منعاً باتاً تخزين الصواعق مع المواد القاسمة .
- (4) الانتباه من الصواعق التي ظهر على غلافها حبيبات بيضاء أو خضراء اللون ، فإنها إما حساسة أو تالفة .
- (5) الانتباه من الصواعق التي تعرضت لضربات أو ظهر عليها الاهتراء .
- (6) يجب عدم تعريض الصواعق للطرق أو الحرارة أو الرطوبة .
- (7) لا تشد أسلاك الصاعق الكهربائي أو تسحبها .
- (8) يجب عزل أطراف الصاعق باللاصق عن بعضها وعن البطاريات .
- (9) لا تدخل مسمار أو أي جسم داخل فتحة الصاعق .
- (10) احذر من الضغط على الصاعق بالأسنان أو السكين أو غيرها .

ثالثاً / قواعد الأمان في نقل الصواعق والمتفجرات :

- (1) يمنع نقل الصواعق والمتفجرات أو تخزينها معاً .
- (2) يجب فصل الصواعق عن البطاريات أو أي مصدر للطاقة خلال عملية النقل .
- قم بتثبيت المواد المنقولة جيداً في أماكنها لتفادي الارتجاج أو الحركة أثناء نقلها .

المقدمة

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على قائد المجاهدين سيدنا محمد وعلى آله وصحبه الطاهرين والتابعين ومن سار على دربه واقتفى أثره إلى يوم الدين، إخواني بالله على بركة الله أبدأ معكم هذه الدورة في هندسة المتفجرات آملاً من الله عز وجل أن يصبح كل مسلم عثرة في وجه البغاة المفسدين في الأرض.

اعتمدت جميع الثورات المسلحة في انطلاقها وبداية نشاطها المسلح على استخدام المتفجرات - بما فيها الثورة الفلسطينية - وذلك لندرة الأسلحة من ناحية، ولحجم التدمير الأكبر الذي تحدثه المتفجرات، من ناحية أخرى ولتوضيح حجم التأثير الهائل الذي تحدثه المتفجرات يكفي أن نعرف أن ١٠ جم من مادة متفجرة قوية قد تكفي لتدمير طائرة كبيرة وهي في الجو، إذا وضعت في مكان حساس مثل كابينة القيادة في الطائرة. إن المتفجرات سلاح مفضل للتدمير في كافة الحروب، وذلك لفاعليتها العالية في تدمير المعدات والتحصينات وغيرها، لذلك اهتمت الدول بسلاح هندسة المتفجرات لإمكانياتها العالية القوية واختير لها رجال ذوي مواصفات خاصة حيث يهتم المهندسون المختصون بالمتفجرات من حيث الإعداد والتخزين والدراسة الكاملة لطبيعة هذه المواد. ونحن في سعينا إلى تطوير هذه المعرفة نقدم هذه المعلومات ذات الأهمية الحيوية لإخواننا المجاهدين الذين يقاومون الاحتلال ويسعون لإعداد أنفسهم لمقاومة الوجود الصهيوني.

تعتبر المتفجرات من أكثر المواد المستخدمة في الآلة الحربية وأنجعها، بل لا يكاد يكون هناك سلاح دفاعي أو هجومي يخلو من استخدام المتفجرات. فنجدها في القنابل والألغام والقذائف والصواريخ وفي آليات عمل الأسلحة... إلخ، لذلك يعتبر سلاح هندسة المتفجرات من أهم الأسلحة ذات التأثير البالغ على مختلف مراحل المعركة وتحت كل الظروف... إذ أن مهمة سلاح هندسة المتفجرات تبدأ من اللحظة التي يبدأ فيها التخطيط للعملية، وتستمر في مرحلة التحضير وأثناء سير القتال وبعد تمام المعركة في تأمين الانسحاب وإزالة آثار الحرب... وتختلف طبيعة عمل المهندسين العسكريين من معركة إلى أخرى حسب ظروف القتال وطبيعة مسرح العمليات وأعمالهم في المعركة الهجومية غيرها في المعركة الدفاعية أو في عمليات الانسحاب. كما أن مسرح العمليات ذا الطبيعة الصحراوية يختلف عن المسرح الجبلي أو المناطق الزراعية أو المدن، وتستخدم المتفجرات في المجالين المدني والعسكري. وكثيراً ما يتردد على مسامعنا متفجرات، انفجار... ولكن ما حقيقة ومعنى هذه الألفاظ وكيفية التعامل معها بشكل آمن وفعال، هذا ما سنتناوله في بحثنا إن شاء الله... وسنبداً بلمحة تاريخية عن المتفجرات.

لمحة تاريخية

لا يُعلم بالدقة من اخترع البارود الأسود Black Powder or Gun Powder، إذ أن تاريخه موغل في القدم، وهو أقدم المتفجرات المعروفة اليوم، والظاهر أن العلماء مختلفون فيه وفي زمن اختراعه، مع ذلك إن أغلب المؤرخين والباحثين في هذا المجال يشيرون إلى أن اختراع البارود قد تمّ في الصين، وبالتحديد في القرن التاسع للميلاد، وهو يتكون من (نترات البوتاسيوم) Potassium Nitrate ممزوجاً بالكبريت Sulfur والفحم الخشبي، وكانوا يستخدمونه في الألعاب النارية فقط.

إن العرب المسلمين هم من استخدموا البارود لأول مرة كسلاح حربي عبر المنجنيقات، منذ القرن العاشر للميلاد، ثم اخترعوا له أنابيب للإطلاق، وهذه الأنابيب التي أطلقوا عليها بداية "صناديق المخاسفة" أو (رعودا) يتم إطلاقها بواسطة منجنيقات ذات مواصفات خاصة يصح اعتبارها أم المدافع المستخدمة حالياً، ولكن العرب المسلمين لم يُسموا، في البداية، هذه المادة باسم "البارود"، وإنما سمّوها باسم "الحجر الناري" أو "زيت الحجر" أو "النفط". وخلال مرحلة الحروب الصليبية طوّر العرب المسلمون تحت ضغط الحاجة الحربية كل الأسلحة التي يمكنها قذف النفط والكرات النارية، فوصلوا إلى آلات معقدة تشبه المدافع. ويظهر هذا جلياً من شهادة ذات مصداقية كاملة أتت من مؤرخ فرنسي عاش معركة المنصورة (١٢٤٩/١٢٥٠م) إلى جانب ملك فرنسا لويس التاسع، وهو الفارس "جوانفيل"، يقول في وصف سلاح جديد

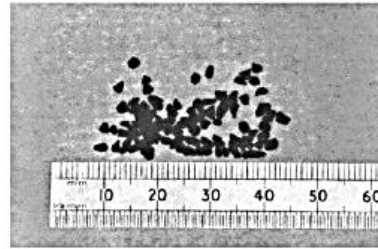
استخدمه العرب المسلمون في هذه المعركة: "وفي ذات ليلة بينما كنا نحرس الأبراج، حدث أن العرب المسلمين أحضروا آلة لم يستعملوها من قبل، ثم قذفونا منها بشيء ملأ قلوبنا بالدهشة والرعب... نار مستقيمة كأنها أسطوانة كبيرة، ذيولها من خلفها مثل الحراب الطويلة، ودويها يشبه الرعد وكأنها جارج يشق الهواء. ولها نور ساطع جداً من جراء عظم انتشار اللهب الذي يحدث الضوء، حتى أنك ترى كل ما في المعسكر كما لو كان في وضوح النهار وقد رمى العرب علينا هذه النار في تلك الليلة عدة مرات" ومع أن هذا النص لا يذكر كلمة بارود صراحة إلا أن الكلام يدل بوضوح على أن الأمر يتعلق بالبارود أو بمادة أشد قوة منه، سواء من حيث الاشتعال أو من حيث قوة الدفع. وذكر ابن خلدون أن أول من استخدم البارود في الحرب هم العرب، وكان أول استخدام للمدفع في حصار سرقسطة عام ٥١١هـ/١١١٨م، ثم في عام ٦٧٢هـ/١٢٧٣م استخدمه حاكم عربي هو السلطان المريني أبي يوسف، في حصاره لمدينة سجلماسة في المغرب. كذلك ٦٧٢هـ/١٢٧٣م استخدمه حاكم عربي هو السلطان المريني أبي يوسف، في حصاره لمدينة سجلماسة في المغرب. كذلك أول من استخدم البنادق والمسدسات والقنابل اليدوية هم العرب حيث استعملوها في الدفاع عن غرناطة في القرن الرابع عشر، ولما سقطت الأندلس بيد الأسبان أخذوا البندقية العربية التي كانت تدعى "القريينة" منهم واستعملوها في القضاء على الهنود الحمر.



قصر الجعفرية في مدينة سرقسطة في الأندلس (إسبانيا) الذي بناه المقتدر

أستخدم العثمانيون المدافع في حصار القسطنطينية 857 هـ/١٤٥٣م، وكانت أحجام مدافعهم كبيرة حيث يصل طول الماسورة إلى ٨ أمتار وقطر الفوهة ٧٥ ملم. البارود الأسود لم يعرف في أوروبا إلا في القرن الثالث عشر علي يد راهب إنجليزي يسمى روجر باكون Roger Bacon في سنة ١٢٤٩ ميلادي، هذا الراهب استعمل مادة نترات البوتاسيوم وكتب عن بعض صفاتها وجاء بعد ذلك راهب ألماني في سنة ١٣١٤ يسمى برتولد شوارتز Berthold Schwartz درس كتابات الراهب الإنجليزي روجر ثم بدأ في تصنيع البارود الأسود ووضع في الهاون المعدني وغطي الهاون بحجر وعندما أدخل شرارة في الهاون انطلق الغطاء الثقيل مقذوفاً بعنف، ومن هنا كان استخدام البارود أول مرة كمادة دافعة في أوروبا، لذلك سمي الراهب الألماني برتولد شوارتز هو مخترع المدافع، واستخدمت المدافع التي كانت تملأ بالبارود الأسود لأول مرة في معارك كريسيا "Cresya" عام ١٣٤٦.

ازدادت قوة البارود عندما تحسنت عملية خلط المواد بشكل كبير وذلك في سنة ١٤٢٥م عندما جرت عملية تحبيب البارود علي شكل حبيبات، هذه الحبيبات استخدمت في الأسلحة الصغيرة خلال القرن الخامس عشر وفي الأسلحة الكبيرة في القرن السادس عشر.



بارود قديم محبيب



بارود جديد محبيب

أول استخدام للبارود الأسود في استخدامات هندسة المتفجرات المدنية كان خلال القرن السابع عشر في سنة ١٦٢٧ في شمال أوروبا واستخدم البارود في الكشف عن المواد الخام في المناجم في هنغاريا على يد كاسبر وندر "Kasper Weinder".

وفي أواخر القرن الثامن عشر بدأت الأعمال الناجحة لاستبدال البارود الأسود بمواد متفجرة جديدة، حيث اكتشف الفرنسي الكيميائي بيرثوليت "Bertholet" عام ١٧٨٦ حامض الكلوريك HClO_3 وأملحه لأنه هو مصدر هذه الأملاح مثل ملح كلورات البوتاسيوم، عرفت كمادة متفجرة جديدة واستخدمت كبديل لنترات البوتاسيوم في البارود الأسود وحصل على خليط متفجر جديد وقوي، كذلك اكتشف الزئبق المتفجر (فلمينات الزئبق) عام ١٧٨٨ والذي ينفجر بقوة كبيرة تحت تأثير أقل صدمة أو إشعال، وقد تخطى بذلك البارود الأسود بكثير، بنفس الوقت عام ١٧٨٨ اكتشف بيرثوليت الفضة المتفجرة (فلمينات الفضة) وتعتبر لحد الآن من أكثر المواد المتفجرة حساسية للتأثير الميكانيكي. وشهدت السنوات الأولى من القرن التاسع عشر أبحاثاً قيمة، ففي فرنسا تعرف كلود لويس الذي رافق نابليون في حملته على مصر إلى استخراج ملح البارود في منطقة البحيرات المرة وقام بأبحاث حول إمكانية استبدال ملح البارود بكلورات البوتاسيوم، وفي مدينة بال السويسرية قام الكيميائي الألماني كريستان فريدريش عام ١٨٤٥م بتحضير (قطن البندقية Guncotton) النيتروسيلولوز Nitrocellulose

ولكن لم يدخل قطن البارود حيز الاستعمال سوى عام ١٨٦٧م بعد أن أزيلت العقبات والأخطار التي كانت تعترض تصنيعه وتخزينه، أنشئ أول معمل لتحضير النيتروسيليلوز في انكلترا أواسط عام ١٨٤٧ وتم تدميره بالكامل مع تركيباته وأجهزته نتيجة انفجار النيتروسيليلوز، لقد كان ذلك برهاناً جيداً على القوة الانفجارية الممتازة للمادة المحضرة.



نيتروسيليلوز معالج

نيتروسيليلوز غير معالج

كذلك في النمسا عمل أيضاً على إنتاج "القطن المتفجر" حيث تم صناعته بمقاييس صناعية جديدة، لكن تم انفجار المعمل مرة أخرى، عام ١٨٦٥م اكتشف البريطاني الكيميائي فريدريك آبل (Frederick Abel) أسباب حصول الانفجار في النيتروسيليلوز، وكان السبب الرئيسي لعدم ثبوتية النيتروسيليلوز هو عدم كفاية غسل المنتج النهائي وحوث ظاهرة التفكك الذاتي للنيتروسيليلوز لاحقاً في المخازن. في عام ١٨٤٦ اكتشف العالم الإيطالي أسكانيو سوبريرو Ascanio

Sobrero النيتروجليسرين Nitroglycerine السائل لكن هذا العالم لم يكمل أبحاثه، فجاء بعده جنرال روسي واستخدم النيتروجليسرين في تعبئة العبوات ولكن واجه مشاكل كثيرة منها سيولة المادة كذلك حساسيتها، ثم جاء بعد ذلك مخترع سويدي يسمى إيمانويل نوبل وطور صناعة النيتروجليسرين هو وابنه المهندس الكيميائي ألفريد نوبل Alfred Noble، في سبتمبر عام ١٨٦٤، أثناء تحضير النيتروجليسرين وقع انفجار كبير في مصنعهم في استكهولم، مما أدى إلى مقتل خمسة أشخاص بينهم شقيق ألفريد الأصغر إميل Emil، أيضاً في عام ١٨٦٤ اخترع ألفريد الصاعق المعدني واستخدم فيه قلمنات الزئبق Mercuric Fulminate كبداي للانفجار بدلاً من البارود الأسود.



ألفريد نوبل Alfred Noble

ديناميت Dynamite

في سنة ١٨٦٦ وجد ألفريد إعاقة في نقل النيتروجليسرين من حيث الحساسية ففكر بخلط النيتروجليسرين مع مادة تخفف حساسيتها وفعلت توصيل ألفريد إلى خلط النيتروجليسرين بطين رطب يسمى كيسلر "Infusorial Earth Or Kieselguhr" بنسب ٧٥% نيتروجليسرين و ٢٥% تراب وسمي هذا الخليط بديناميت غور "Gur Dynamite"، ثم بعد ذلك خلطه بقطن البارود وسمي الخليط عندئذ بالديناميت Dynamite وكان ذلك في سنة ١٨٦٧، هذا الإنجاز شكل ثورة في مجال إنتاج المتفجرات واستخراج الفحم والخامات بسرعة وبصورة اقتصادية وكذلك ساهم في إنشاء الطرق وشبكات

وشهد الثلث الأخير من القرن التاسع عشر اكتشافات جديدة ففي عام ١٨٧٣ نجح الألماني الكيميائي هيرمان سبرينغل Hermann Sprengel في تفجير حمض البكريك أو ثالث نيتروفينول Picric Acid or Tri Nitro Phenol (TNP) مع العلم كان حمض البكريك يستخدم من قبل كمادة ملونة صفراء لصبغ الصوف والحرير، ولم يستخدم حمض البكريك في الاستخدامات العسكرية إلا عام ١٨٩٤م على يد روسيا، وفي عام ١٨٦٣م تم تصنيع ثالث نيتروتولوين Tri Nitro Toluene والمعروف باختصار بـ TNT (TNT) على يد الألماني الكيميائي جوزف ويلبراند Joseph Wilbrand ولكن كان يستخدم كصبغة فقط، ثم اقترح العالم هوسرمان عام ١٨٩١م تفجير TNT، لكن لم تستخدم كمادة متفجرة إلا عام ١٩٠٢م، وكانت روسيا وألمانيا أول من استخدمها.

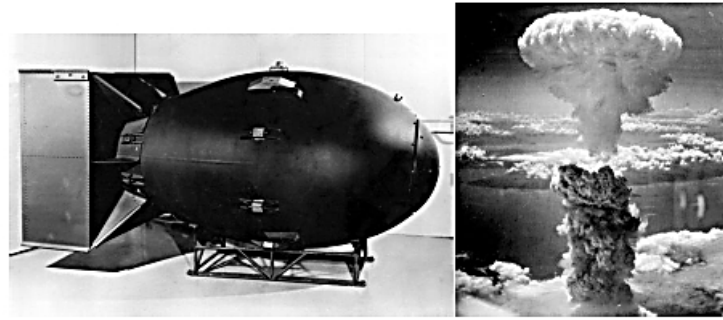


متفجرات بوليرة حمض البكريك Picric Acid



متفجرات TNT على هيئة قوالب

في القرن العشرين تم اكتشاف العشرات إن لم يكن المئات من المواد المتفجرة والخلائط المتفجرة ولكن أقصى ما يميز القرن العشرين هو تصنيع القنبلة النووية والتي ظهرت لأول مرة عام ١٩٤٥ حيث تفوق قدرتها التفجيرية قدرة المتفجرات الكيميائية التقليدية بحوالي ألف مليون مرة، وشهدت تطوراً كبيراً خلال العقود الأربعة المنصرمة وكان آخر نوع منها قنبلة النيترونية أو الهيدروجينية، السلاح النووي هو سلاح تدمير فتاك يستخدم عمليات التفاعل النووي، يعتمد في قوته التدميرية على عملية الانشطار النووي أو الاندماج النووي؛ ونتيجة لهذه العملية تكون قوة انفجار قنبلة نووية صغيرة أكبر بكثير من قوة انفجار أضخم القنابل التقليدية حيث أن بإمكان قنبلة نووية واحدة تدمير أو إلحاق أضرار فادحة بمدينة بكاملها، لذا تعتبر الأسلحة النووية أسلحة دمار شامل ويخضع تصنيعها واستعمالها إلى ضوابط دولية حرجة ويمثل السعي نحو امتلاكها هدفاً تسعى إليه كل الدول، فُجرت أول قنبلة نووية للاختبار في 16 يوليو 1945 في منطقة تدعى Alamogordo الواقعة في ولاية نيومكسيكو في الولايات المتحدة وسميت القنبلة باسم (القنبلة - أ A-bomb) وكان هذا الاختبار بمثابة ثورة في عالم المواد المتفجرة والأسلحة المدمرة، أُسْتُعْمِلَت القنبلة الذرية مرتين في تاريخ الحروب؛ وكانتا كلتاهما أثناء الحرب العالمية الثانية عندما قامت الولايات المتحدة بإسقاط قنبلة ذرية على مدينتي هيروشيما وناجازاكي في اليابان في أواخر أيام الحرب، أوقعت الهجمة النووية على اليابان أكثر من ١٢٠ ألف شخص معظمهم من المدنيين وذلك في نفس اللحظة، كما أدت إلى مقتل ما يزيد عن ضعفي هذا الرقم في السنوات اللاحقة نتيجة التسمم الإشعاعي، بعد الضربة النووية على هيروشيما وناجازاكي وحتى وقتنا الحاضر؛ وقع ما يقارب ٢٠٠٠ انفجاراً نووياً كانت بمجملها انفجارات تجريبية واختبارات قامت بها الدول السبع التي أعلنت عن امتلاكها لأسلحة نووية وهي الولايات المتحدة والاتحاد السوفيتي (روسيا حالياً) وفرنسا والمملكة المتحدة (بريطانيا) والصين وباكستان والهند، وهناك عدد من الدول التي قد تمتلك أسلحة نووية ولكنها لم تعلن عنها مثل العدو الصهيوني وكوريا الشمالية.

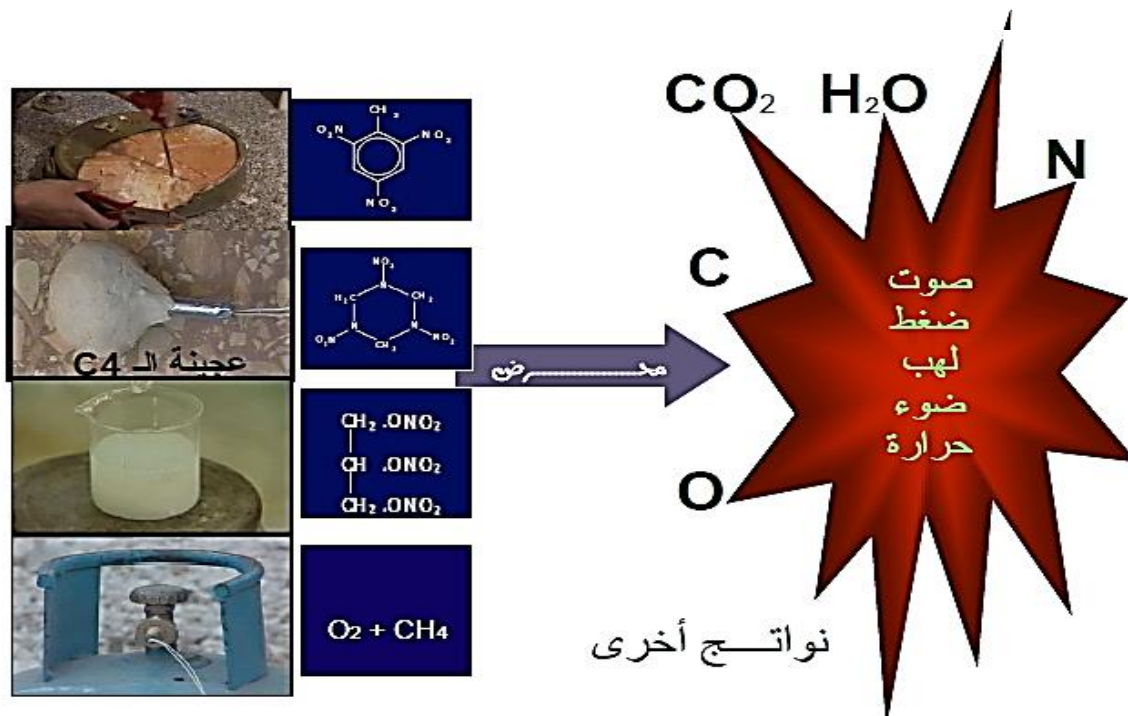


السحابة الناتجة من إسقاط قنبلة نووية على ناجازاكي في اليابان 1945 وكان ارتفاع السحابة ١٨ كم. القنبلة التي أسقطت على اليابان كانت بقوة ٢٠ كيلو طن من TNT.

علم المتفجرات

تعريف المتفجرات:

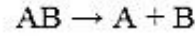
هي عبارة عن مركبات كيميائية أو خلائط فيزيائية، غير ثابتة التركيب تكون إما في حالة صلبة أو سائلة أو غازية، وعند تعرضها إلى محرض خارجي يحدث لها تكسير سريع Decomposition أو عملية أكسدة Oxidation في فترة زمنية قصيرة جداً (أجزاء من الثانية) لتتحول إلى مواد أكثر ثباتاً، نسبتها العظمي في حالة غازية ذات ضغط كبير مصحوبة عادة بحرارة عالية وضوء ولهب وصوت ودوي يسمى الانفجار.



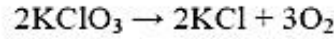
الانفجار يحدث في ١ من مليون جزء من الثانية تقريباً

التكسير أو التحليل الكيميائي Chemical Decomposition Or Analysis:

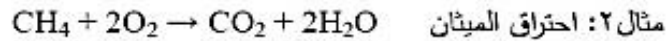
هو عبارة عن فصل المركبات الكيميائية إلى عناصر كيميائية أو مركبات بسيطة وهو عكس التخليق الكيميائي تماماً، وفي حالة المواد المتفجرة الكيميائية يحدث عندما يكون هناك محفز أو محرض لهذا التفاعل، وهذه صيغة عامة للتفاعل:



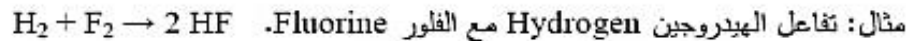
فعلى سبيل المثال تحلل كلورات البوتاسيوم Potassium Chlorate يعطي كلوريد البوتاسيوم وأكسجين.

**عملية الأكسدة Oxidation Process وتحدث بطريقتين:**

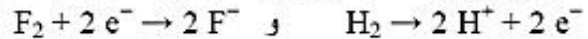
١ - عبارة عن اتحاد مركب أو عنصر مع الأكسجين.



٢ - هو عبارة عن فقد إلكترون من بعض العناصر إلى عنصر آخر.



فالهيدروجين يفقد ٢ إلكترون ولذلك يعتبر عامل مؤكسد والفلور يكتسب ٢ إلكترون ولذلك يعتبر عامل مختزل.

**عملية الانفجار Explosion Process:**

عند تعرض المواد المتفجرة إلى عامل محرض خارجي كما ذكرنا سابقاً فإنها تنفك مولده كمية حرارة عالية جداً مما يزيد تمدد الغازات الناتجة وبالتالي يزداد الضغط فيحصل تصادم كبير بين جزيئات الغاز نفسها من جهة والوسط المحيط بها، فيتحول جزء كبير من هذه الطاقة إلى شغل ميكانيكي وهذا الشغل هو الذي يقوم بعملية النسف والتدمير، والانفجار يولد موجة انفجارية Shock Wave، فإذا كانت هذه الموجة الانفجارية أسرع من ١٠٠٠ متر في الثانية تعتبر المادة المتفجرة قوية High Explosive وإذا كانت الموجة الانفجارية أفل من سرعة ١٠٠٠ متر في الثانية تعتبر المادة المتفجرة ضعيفة Low Explosive.

المبادئ الأساسية للإنفجارات Basic Principles of Explosives

هناك مبدأ عملي معروف وهو أن المادة لا تفنى ولا تُستحدث من العدم (إلا بأمر الله) ولكن تتحول من شكل إلى آخر وكثير من المواد الطبيعية تحتوي على طاقة كامنة رهيبه، وإذا ما سمح لهذه الطاقة أن تخرج أو تتحول إلى شكل آخر نراها تفعل العجب العجاب ومن هذه المواد الطبيعية المواد المتفجرة، وعملية تحويل الطاقة في هذه المواد من شكل إلى آخر يمكن أن يُعَبَّر عنها بالانفجار، ويحدث الانفجار عندما يسمح للطاقة الكامنة أو المحجوزة داخل المادة أن تتطلق فجأة لتؤثر على البيئة المحيطة، فالانفجار هو انطلاق مفاجئ للطاقة، ولذلك فتعريف المادة المتفجرة بأنها المادة (أو الخليط الناتج من عدة مواد) الذي يتصف بالتالي:

- قدرة عالية على إنتاج غاز تحت ظروف الضغط العالي.
- قدرة عالية على إنتاج هذا الغاز وبسرعة عالية بحيث يجعل البيئة المحيطة تتعرض لضغط (إجهاد) ديناميكي قوي ومؤثر.

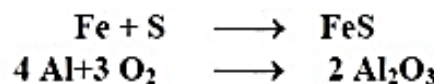
التفاعل الكيميائي للمتفجرات Chemical Explosive Reaction:

حتى يحدث الانفجار الكيميائي يجب أن تتوافر في التفاعل الكيميائي الظروف التالية:

- ١- تكوين الغازات بكمية كبيرة جداً Formation of Gases.
- ٢- إنتاج كمية عالية من الحرارة Evolution of Heat.
- ٣- سرعة التفاعل الكيميائي Rapidity of Reaction.
- ٤- تأثير المادة الكيميائية المتفجرة بالمحرض Initiation of Reaction.

١- تكوين الغازات Formation of Gases

عندما نشعل الخشب أو الفحم في الجو، الكربون والهيدروجين كمادة مشتعلة سوف يرتبط مع الأكسجين في الجو ليعطي CO_2 and H_2O ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء وفي النهاية سيعطي لهب ودخان، لكن عندما يطحن الخشب أو الفحم ستصبح مساحة الاحتراق أفضل لأن مساحة اتصال الفحم مع الأكسجين أكبر وبالتالي سيكون الاشتعال أسرع منه في الحالة السابقة، عندما يطحن الخشب أو الفحم بحيث يصبح ناعم جداً كالغبار وغمرناه بالأكسجين السائل وحاولنا إشعاله سينتج عن ذلك انفجار وليس اشتعال وذلك لأنه توافرت فيه خروج الغازات بكمية كبيرة وبسرعة كبيرة وبالتالي حدث الانفجار، كذلك بالرغم من أن تفاعل الحديد مع الكبريت سريع وكذلك احتراق الألمنيوم سريع إلا أن هذه التفاعلات ليس انفجارية لعدم خروج كمية غازات كبيرة من هذين التفاعلين وتعتبر تفاعلات عادية.



٢- تولد الحرارة Evolution of Heat

إنتاج الحرارة بكمية كبيرة يجب أن يكون بسرعة كبيرة جداً لأن هذه الحرارة تجعل الغازات تتمدد بسرعة فينتج عنها ضغط الانفجار، لقد لوحظ إذا تولدت الحرارة وإن كانت عالية، ببطء لا يتولد انفجاراً.

٣- سرعة التفاعل الكيميائي Rapidity of Reaction

يتميز التفاعل الانفجاري بسرعه عن كل التفاعلات الكيميائية السريعة الأخرى ولكن بشرط إنتاج كمية حرارة عالية، فعلى سبيل المثال خلط النيتروجين والأكسجين يحدث بسرعة عالية ويعطي كمية كبيرة من غاز أكسيد النيتريك Nitric Oxide لكن لا يعتبر هذا التفاعل متفجر لأنه لا ينتج حرارة بل يستهلك حرارة.

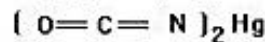


٤- بداية التفاعل الانفجاري Initiation of Reaction

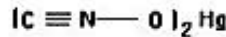
التفاعل يجب أن يحرض بمحرض سواء كان شعلة أو صدمة قادرة على بداية التفاعل الانفجاري وأن يكون هذا المحرض متناسب مع كمية المادة المتفجرة فعلى سبيل المثال الانفجار النووي في القنبلة الهيدروجينية الاندماجية يتطلب الملايين من درجات الحرارة حتى يحدث ولكن هذا يعتبر انفجار نووي علاقته بالنواة وليس بالذرة نفسها التي تختص بالتفاعل الكيميائي، طبعاً بدون هذا الشرط الرابع لا تعتبر المادة الكيميائية مادة متفجرة إلا إذا تم تحريضها بمحرض منطقي.

وهذه الشروط مستقلة عن وجود الأكسجين كما يعتقد البعض أن كل مادة متفجرة يجب أن تحتوي على أكسجين بالرغم أن ميزان الأكسجين في كثير من المواد المتفجرة مهم جداً، والدليل على ذلك وجود مواد غنية بالأكسجين لكنها بطيئة الانفجار مثل نترات الأمونيوم وكذلك وجود مواد فقيرة بالأكسجين مثل جميع مركبات النيترو العظمية (RDX, TNT) لكنها سريعة الانفجار، وهكذا فإن المطلوب الحقيقي من المادة الكيميائية المتفجرة هو سرعة التفاعل وليس وفرة الأكسجين، ويجب أن نعرف أيضاً أن النسبة المئوية للأكسجين ليست وحدها التي تؤثر، لكن الموضع الذي يشغله الأكسجين يؤثر أيضاً وهناك مثال على ذلك أن:

ايزوسيانات الزئبق



وفلمنات الزئبق



مركبان متماثلان في التركيب وعدد ذرات العناصر، فالأول يستخدم في التعقيم وقتل الجراثيم والثاني متفجر بادئ شديد الحساسية وفي الحقيقة أن موضع الأكسجين له تأثير كبير في هذا الاختلاف فإن ارتباط الأكسجين بالنيتروجين (في فلمنات الزئبق) أكثر استعداداً للتفلات أو الانزلاق منه في ايزوسيانات، من أجل ذلك تعتبر ايزوسيانات أكثر استقراراً، كما أنه من المعلوم أنه ليس من المحتم في كل تفاعل أكسدة واختزال وجود ذرة أكسجين ومثال على ذلك وجود جزيئات متفجرة لا يوجد الأكسجين في تركيبها مثل الأزيدات (أزيد الرصاص) فهي تتفاعل وتتفجر عن طريق الأكسدة والاختزال الإلكتروني وهذا الكلام عام حيث أنه لا بد في كل انفجار من وجود ذرة على الأقل تتأكسد (أي تتخلى عن بعض الإلكترونات) وأخرى تختزل (أي تستولي على هذه الإلكترونات).

Classification of Explosives تصنيف المواد المتفجرة

أولاً: تصنف المواد المتفجرة حسب طبيعتها

According The Nature Of Explosive:



١ - متفجرات صلبة Solid Form:

مثل TNT، RDX، حامض البكريك.



٢ - متفجرات عجينية Plasticine Form:

مثل الجلجنيت Gelignite، C_3 ، C_4 وتسمى أيضا متفجرات بلاستيكية.



٣ - متفجرات سائلة Liquid Form:

مثل نيتروبنزين، نيتروجليسرين، نيتروميثان، نيتروجليكول، أسترولايت Astrolite.



٤ - متفجرات غازية Gas Form:

مثل خليط غاز الميثان (غاز الطبخ) (CH_4) وغاز الأوكسجين.

ثانياً: تصنف المواد المتفجرة حسب تركيبها

According The Structure Of Explosive

١ - مركبات كيميائية Chemical Compounds: هي عبارة عن مواد كيميائية تتحد مع بعضها البعض وتتفاعل لينتج عنها مركبات كيميائية جديدة لها خصائصها الخاصة بها حيث تفقد كل من المركبات الداخلة في التفاعل خصائصها الأولية، مثل TNT و RDX و نيتروجليكول و حامض البكريك و نيتروجليسرين.

٢ - مركبات فيزيائية Physical Compounds: وهي عبارة عن مواد يمتزج مع بعضها البعض ليكون خليطاً حيث تحتفظ كل مادة بخصائصها الأولية، مثل الديناميت الذي يتكون من نيتروجليسرين ونشارة الخشب، والبارود الأسود الذي يتكون من نترات البوتاسيوم والفحم والكبريت واختلاط غاز الميثان مع الأكسجين، والبارود الأبيض الذي يتكون من نترات بوتاسيوم وسكر.

ثالثاً: تصنف المواد المتفجرة حسب الاستخدامات المختلفة للمتفجرات:

According The User Of Explosive:**١- استخدامات عسكرية Military Explosives:**

يقصد بذلك المتفجرات التي تستخدم في الأغراض العسكرية مثل تعبئة العبوات والقذائف والصواريخ والقنابل وتتميز هذه المتفجرات بسرعة انفجارها العالية، وهذه المواد تقسم إلى قسمين: مواد تستخدم في الأغراض التدميرية مثل TNT وبعض خلطاته، ومواد تستخدم في اختراق الدبابات مثل RDX و HMX.

٢- استخدامات مدنية Industrial Explosives:

يقصد بذلك المتفجرات التي تستخدم فقط في الأغراض المدنية مثل شق الطرق والأنفاق والتي تستخدم في الألعاب النارية، وغالباً ما تكون على هيئة مسحوق أو عجينة حتى يمكن تعبئتها في حفر التفجير، وعادة لا تزيد سرعتها الانفجارية عن ٥٠٠٠ متر / ثانية، ومن أمثلتها نترات الأمونيوم والديناميت وخطوة ANFO (خليط نترات الأمونيوم مع الكيروسين أو زيت السيارات).

٣- متفجرات تستخدم للحرارة والإضاءة Heat And Illumination Explosives:

مثل مسحوق الماغنسيوم ومسحوق الألمنيوم وجميعها تستعمل لرفع الحساسية للخليط المتفجر أثناء الانفجار وإنتاج حرارة وإضاءة بعد الانفجار غير أن الماغنسيوم يعطي إضاءة أكثر من الحرارة ولذا يستخدم في صناعة القنابل المضئية أما الألمنيوم فعلى العكس فهو يعطي حرارة أكثر من الإضاءة.

٤- متفجرات دافعة Propellant Explosives:

وتستعمل لدفع الصواريخ والقذائف والطلقات مثل خليط وقود الصواريخ السائل، البارود الأسود، النيتروسليلوز، والكوردايت، وبيروكلورات الأمونيوم $(\text{NH}_4)\text{ClO}_4$ وخلطاتها التي تستخدم في إنتاج وقود الصواريخ الصلب (خليط بيروكلورات الأمونيوم مع براده الألمنيوم والإبوكسي).

٥- مواد متفجرة دخانية Fuming Explosive:

وهي مركبات لإنتاج الدخان والألعاب النارية وإشارات الاستغاثة وغير ذلك من الاستخدامات المتنوعة مثل الفوسفور الأبيض.

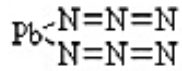
٦- مواد متفجرة صوتية Sound Explosives:

وهي عبارة عن مركبات تستخدم لإعطاء صوت عالي جداً بدون تدمير ومثال عليها خليط كلورات البوتاسيوم مع بنزوات الصوديوم.

رابعاً: تصنف المواد المتفجرة حسب تركيبها وتفاعلها الكيميائي:

According To Structure And Reactions:

١- مركبات متفجرة غير عضوية Explosive Inorganic Compounds

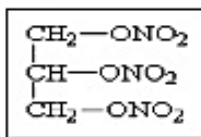


وهي المركبات التي لا يدخل في تركيبها الكيميائي ذرة الكربون

وكمثال عليها أزيد الرصاص Lead Azid.

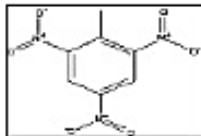
٢- مركبات متفجرة عضوية Explosive Organic Compounds

وهي المركبات التي يدخل في تركيبها الكيميائي ذرة الكربون وهي التي تستخدم في الاستخدامات العسكرية بكثرة



ومنها عدة أنواع:

* المركبات الأليفاتية المنترجة مثل النيتروجليسرين.



* المركبات الأروماتية أو الحلقية المنترجة

مثل ت. ن. ت (Tri Nitro Toluene (TNT)

خامساً: تصنف المواد المتفجرة حسب سرعة تحولها إلى غازات إلى:

According The Speed Of The Explosives

١ - المتفجرات عالية القوة High Order Explosive: (مواد متفجرة Detonation)

هي المواد المتفجرة التي تتحول تحت تأثير المؤثر الخارجي إلى انفجار بسرعة كبيرة ويتولد عنها غازات ذات ضغط كبير لها قوة تدميرية هائلة، ومن أمثلتها الديناميت وخليط الغاز الميثان مع غاز الأكسجين و TNT و RDX و HMX. معظم هذه المواد المتفجرة تتكون من وقود ومجموعتين أو أكثر من ثاني أكسيد النيتروجين (Nitrogen Dioxide) (NO₂)، مثل مادة (TNT) والتي تتكون من الوقود وثلاث مجموعات من ثاني أكسيد النيتروجين، عندما تمر الموجة الانفجارية خلال جزئ (TNT) تنكسر رابطة ثاني أكسيد النيتروجين ويرتبط الأكسجين مع الوقود وهو الطولين في حالة ت. ن. ت، كل هذا يحدث في جزء من مليون جزء من الثانية.

خواصها:

١. يتم تحولها إلى غازات بسرعة كبيرة مصحوبة بحرارة وصوت وضوء ولهيب.
٢. سرعة الانفجار تكون بين ١٠٠٠ - ١٠٠٠٠ متر/ ثانية.

٢ - المتفجرات ضعيفة القوة Low Order Explosive: (مواد مشتعلة Deflagration)

هي أنواع من المتفجرات عند احتراقها تتحول تدريجياً وببطء نسبي مما يكسب الغازات الناتجة عنها ضغطاً منتظماً له خاصية الدفع بسرعة متزايدة، وهي لا تعطي انفجاراً إلا إذا كبحت من خلال كابح، ولذلك تستخدم في تعبئة خرطيش المقذوفات ومن أمثلتها الكوردايت والبارود الأسود والبارود الأبيض والنيتروسليلوز.

خواصها:

١. يتم تحولها إلى غازات يصحبها صوت وضوء ولهيب إذا كبحت.
٢. سرعة الاحتراق تكون بين ٤٠٠ - ١٠٠٠ متر/ ثانية.
٣. الغرض منها إعطاء قوة دفع.
٤. يمكن التحكم في سرعة التحول بواسطة التحكم في السطح المعرض للاحتراق.
٥. تستعمل في دفع المقذوفات ولذلك سميت بالمواد القاذفة أو المواد الدافعة.

أما بالنسبة للفرق الكيميائي بين المتفجرات القوية والمتفجرات الضعيفة هو وجود المواد المؤكسدة والمواد المختزلة، ففي حالة المواد المتفجرة القوية يرتبط الأكسجين برابطة ضعيفة مع العامل المختزل وبالتالي يحتاج إلى طاقة خارجية عالية حتى تحافظ على هذه الروابط وبالتالي عندما تكسر هذه الروابط تخرج هذه الطاقة العالية مسببة الدمار، أما في حالة المواد المتفجرة الضعيفة يكون ارتباط الأكسجين مع العامل المختزل بروابط قوية ولذلك يكون الاشتعال سهلاً، أما إذا أردنا تفجير المواد المتفجرة الضعيفة نقوم بكبحها ويفضل في كابح أنبوبي الشكل كما نرى في الألعاب النارية حيث نلاحظ العديد من لفات الورق حول المادة المتفجرة الضعيفة (المشتعلة) وبالتالي عند اشتعالها تنفجر أما بالنسبة للمواد المتفجرة القوية فإنها تنفجر بدون كابح ولكن الأفضل أن تكبح في كابح حديد قوي خصوصاً إذا كان الانفجار موجه.

وسنذكر أمثلة علي المواد المؤكسدة التي تستخدم في المتفجرات الضعيفة (المشتعلة) مرتبة من الأضعف إلى الأقوى



نترات البوتاسيوم



نترات الأمونيوم



كلورات البوتاسيوم

أما المواد المختزلة (المشتعلة) التي تستخدم في المتفجرات الضعيفة:

- ١- الكبريت Sulfur
- ٢- الفحم Charcoal
- ٣- بودرة الألمنيوم Aluminum Powder
- ٤- بودرة الماغنيسيوم Magnesium Powder
- ٥- تيتانيوم Titanium
- ٦- كل المواد المشتعلة بشكل عام.



بودرة الألمنيوم



الكبريت

طبعاً هذه المواد تخلط مع بعضها البعض بنسب ٦٥% - ٩٠% مادة مؤكسدة مع ١٠% - ٣٥% مادة مختزلة وذلك حسب كمية الأكسجين الموجودة في كل مادة مؤكسدة على حدة، وحسب كمية الحرارة الصاعدة من المادة المختزلة المحددة، على سبيل المثال يحترق التيتانيوم أسرع المركبات المختزلة الموجودة كما تعتبر مادة كلورات البوتاسيوم أفضل مادة مؤكسدة لأنها تعطي كمية كبيرة من الأكسجين بالمقارنة بالمواد المذكورة سابقاً، لكن عيبها أنها مادة حساسة لأي شرارة أو احتكاك لذلك يفضل الابتعاد عنها قدر الإمكان ويفضل استخدام مادة قوية مثلها لكنها أقل حساسية مثل ثنائي كلورات البوتاسيوم Potassium Bichlorate ولذلك تستخدم هذه المادة في الألعاب النارية.

تحذير: يعتبر غبار المعادن (بودرة الألمنيوم والماغنيسيوم) مضر جداً للجهاز التنفسي ويمكنه قتل الإنسان.

تعريفات Definitions

* السرعة الانفجارية Explosive Or Detonation Velocity:

هي السرعة التي تنتقل بها موجة الانفجار داخل جزيئات المادة وتتراوح عادة من ١٠٠٠ - ١٠٠٠٠ م/ث وذلك في المتفجرات عالية القوة، أما في المتفجرات ضعيفة القوة (المواد المشتعلة) فتتراوح عادة من ٤٠٠ - ١٠٠٠ متر في الثانية.

توجد ثلاث عوامل تؤثر على سرعة الانفجارية وهي نعومة المادة وتجانسها، زيادة سماكة المادة المتفجرة، والكابح. إذا المادة المتفجرة كانت مكبوحة بكابح تكون أقوى من نفس المادة الغير مكبوحة بنسبة ٣٠% زيادة على الأقل، سرعة الموجة الانفجارية في معظم المتفجرات الغازية تتراوح بين ١٨٠٠ - ٣٠٠٠ متر/ثانية.

* قوة الانفجار Explosive Power:

هي كمية الغازات الناتجة عن كمية معينة من مادة شديدة الانفجار، أي إنها تتوقف مباشرة على حجم الغازات الناتجة عن الانفجار التي تولد الشغل التدميري، يتم قياس قوة الانفجار بعدة اختبارات، منها تمدد الاسطوانة Cylinder Expansion واختبار بلوك الرصاص Lead Block Test. اختبار تمدد الاسطوانة: توضع كمية محددة من المادة المتفجرة المراد فحصها في اسطوانة مجوفة طويلة تشبه اسطوانة غاز الأكسجين، لكن جدارها يكون من معدن النحاس وتكون الاسطوانة مفتوحة من الجهة العلوية. بعد الانفجار يتم قياس التمدد الذي حصل في جدار الاسطوانة.

ويمكن معرفة قوة المادة المتفجرة من خلال حجم الغازات Volume of Gas المتولدة من المادة بالإضافة إلى الحرارة المتولدة Heat of Explosion من الانفجار.

$$\text{Power} = Q \times V \quad Q = \text{Heat Of Explosion} \quad V = \text{Volume Of Gas Generated}$$

* الحساسية Sensitivity:

هي مدى قابلية المادة الكيميائية المتفجرة للانفجار تحت تأثير العوامل المحرصة الخارجية التي تسبب التفجير مثل الحرارة Heat والصدمة Impact والاحتكاك Friction وغيرها، حساسية المادة المتفجرة مهمة جداً في اختيار المادة حسب المهمة. فعلى سبيل المثال المتفجرات الموجودة في الدروع الرديئة يجب أن تكون غير حساسة، كذلك المادة المتفجرة الكيميائية التي تستخدم في القنابل النووية يجب أن تكون غير حساسة بتأثراً خوفاً من أي انفجار عفوي قد يحدث ويفجر القنبلة النووية.

يعبر عن الصدمة من خلال إسقاط جسم معلوم الوزن من مسافة عالية ثابتة على كمية مادة متفجرة محددة، ويعبر عن الحساسية من خلال احتكاك بندول معلوم الوزن يكشط المادة المتفجرة، وتكون النتيجة إما فرقعة Snaps (صوت حاد) أو اشتعال Ignites وانفجار Explode، ويعبر عن فحص الحرارة من خلال ارتفاع درجات الحرارة تدريجياً وعلى كمية مادة متفجرة معلومة.

*** الشراسة Brisance:**

هي مقياس لمدى قوة مادة شديدة الانفجار على تحطيم الأغراض، فإذا كانت قوة الانفجار تقاس بحجم الغازات المتولدة، فإن الشراسة تقاس بسرعة تولد هذه الغازات.

على سبيل المثال: انفجار خزان غاز بروبان يعطي كمية هائلة من الطاقة الكيميائية لكن يقطع الحاوي إلى قطع كبيرة في حين أن أونصة (٢٨.٤ مل لتر) من مادة النيتروجليسرين لو انفجرت تقطع، بل وتتسف كل المحتوى بشكل كامل، هذا ما يعبر عنه في الشراسة وهو قدرة المادة المتفجرة على نسف وتحطيم الحاوي مثل حاوي القنابل والقذائف، وتحليل هذا أن سرعة التفاعل تكون كمية هائلة من الغازات في فترة قياسية صغيرة ترفع الضغط إلى قمته وهذا بدوره ما يحطم الحاوي، قياس الشراسة ليس مشهوراً في كل الدول، وأكثر استخداماً في روسيا وفرنسا.

اختبار الشراسة يتم من خلال اسطوانة Cylinder Fragmentation، جدارها من معدن الحديد المقوى، يتم وضع كمية محددة من المادة المتفجرة بالمقارنة مع TNT في داخل الاسطوانة المعدنية ثم يتم انفجارها، بعد الانفجار يتم جمع القطع التي قطعت نتيجة الانفجار وجمعها وإحصائها.



Test: Steel Tube Test (With 50 G of PETN)

*** ثباتية المواد المتفجرة Explosive Stability:**

ونعني بها محافظة المواد على مواصفاتها إلى فترة زمنية ممكنة في ظل ظروف جوية وفيزيائية متعددة ومتغيرة وهذا يعتمد على العوامل التالية:

١. امتصاص الرطوبة Hygroscopicity:

وهذا يعني قابلية المادة لامتصاص الرطوبة والاحتفاظ بها، وكلما قلت هذه القابلية كلما زادت الثباتية والكفاءة والعكس صحيح، لأن الماء يعمل على تقليل حساسية وقوة وسرعة الانفجار، بالإضافة أنه يعمل على تآكل المعدن الذي يحتوي المادة المتفجرة، فنلاحظ أن الديناميت الجيلاتيني مقاوم إلى الماء، في حين المتفجرات التي تعتمد على نترات الأمونيوم غير مقاومة لامتصاص الرطوبة.

٢. الحساسية Sensitivity:

كلما زادت حساسية المادة المتفجرة زادت احتمالات انفجارها أثناء الخزن لذلك يفضل تصنيع أقل كمية لازمة من المواد الحساسة وإذا ما تم تصنيعها بكميات كبيرة يفضل تخزينها تحت الماء، معظم المتفجرات تكون آمنة وفعالة في

درجات حرارة - ١٠ و + ٣٠ لكن إذا ارتفعت درجة الحرارة أكثر من ذلك قد تكون عرضة للانفجار، كذلك بعض المتفجرات إذا انخفضت درجة الحرارة أقل من - ١٠ لا تعمل، كذلك معظم المواد المتفجرة تكون غير آمنة إذا ارتفعت درجة الحرارة إلى ٧٠ درجة مئوية.

٣. نقاوة المادة المتفجرة Explosive Material Purity:

حيث أن وجود شوائب في هذه المواد، خصوصاً إذا كانت بقايا حمض يساعد في التفكك الذاتي لها مما قد يؤدي إلى تلفها أو انفجارها. خصوصاً إذا تكونت مجموعة نيترايت Nitrite ($-\text{NO}_2$) أو مجموعة النيتريت Nitrate ($-\text{NO}_3$) أو مجموعة الأزيد Azide ($-\text{N}_3$)، بشكل مجموعات حرة Radical Groups، فهذه المجموعات إذا وجدت حرة تحفز تكسير المادة المتفجرة خصوصاً إذا كانت الحرارة عالية.

معظم المواد المتفجرة تحتوي على مجموعات النيتروجين، وبطبيعة الحال هذه المجموعات تتفكك إذا تعرضت للأشعة فوق بنفسجية Ultraviolet Rays الموجودة في أشعة الشمس، تعتبر القوة التدميرية والحساسية وثباتية المادة المتفجرة من أهم ما يميز أي مادة متفجرة عن الأخرى، كل مادة متفجرة لها طاقة محددة قادرة على تحفيزها للانفجار، فإذا كانت المادة المتفجرة حساسة جداً يمكن أن تنفجر بأي صدمة أو احتكاك وهذا عيب بطبيعة الحال.

* القطر الحرج Critical Diameter:

وهو القطر الأدنى للحشوة المتفجرة وأقل منه لا يمكن أن يحدث انفجار في الحشوة لأن الموجة الانفجارية لا يمكن أن تأخذ مجراها، ويتم هذا الاختبار من خلال استخدام عدة حشوات بسماكات مختلفة لغاية أقل سماكة عندها المادة لا تنفجر.

* الكثافة Density:

$$\text{هي قسمة الوزن على الحجم. الكثافة} = \frac{\text{الوزن}}{\text{الحجم}} = \frac{\text{كيلو جرام}}{\text{التر}} = \frac{\text{جرام}}{\text{مل لتر}}$$

حسب طريقة الضغط المستخدمة في ضغط المادة المتفجرة، يمكن الحصول على دقة ٨٠-٩٩% من الكثافة الحقيقية المطلقة للمادة المتفجرة، وبطبيعة الحال الضغط العالي للمادة يرفع كثافتها ويجعلها أكثر مقاومة لتحفيز الانفجار، إذا زادت الكثافة عن حدها الأقصى، ممكن بلورات بعض المواد تصبح أكثر نعومة وبالتالي تصبح أكثر حساسية للانفجار، كما أن بعض المواد نتيجة الضغط الزائد قد تصل إلى حد الخمول المطلق الذي يمنع انفجارها، سرعة المادة الانفجارية مع كثافتها تعتبر من أهم الأمور التي تؤثر على كمية الطاقة الناتجة.

* مقاومة الحرارة والبرودة Freezing And Heat Resistant:

لهذه الناحية أهمية كبيرة لاسيما عندما تستعمل المتفجرات في المناطق الباردة أو الحارة، فالحرارة يمكن أن تتسبب بتغييرات مهمة في المتفجرات، فمن الممكن أن يميع المتفجر أو يصبح أقل صلابة، وهذا يؤدي إلى زيادة الضغط، وبالتالي زيادة الكثافة، كما ويمكن أن تنفصل بعض المواد الموجودة في المواد المتفجرة وخاصة التي تحتوي على مواد دهنية، والبرودة تضعف استجابة المادة المتفجرة للانفجار.

* الترشيح Filtration:

وخصوصاً إذا كانت المادة المنفصلة حساسة (الديناميت الذي يرشح النيتروجليسرين عندما يكون تصنيعه رديئاً).

* سمومية الغازات الناتجة Toxicity:

أخطر الغازات الناتجة عن الانفجارات هي أول أكسيد الكربون وهو عديم اللون والرائحة والطعم، ففي الانفجارات في الهواء الطلق تتبدد الغازات بسرعة، أما في الأماكن المغلقة كالسرايب والملاجئ فلا تتبدد بسهولة لذا يظل جو التنفس خطراً لمدة طويلة إذا لم تؤمن تهوية المكان.

* الانفجار بالعدوى:

هي قدرة مادة متفجرة على نقل الانفجار إلى مادة أخرى موضوعة على مقربة منها دون أن تلامسها، إن عملية نقل الانفجار من حشوة إلى حشوة أخرى تتعلق بالأمور التالية:

- سرعة الموجة الانفجارية للمادة المتفجرة المانحة.
- حساسية المادة المتفجرة المستقبلية.
- الحاجز بين المادتين.
- وضعية الحشوات من بعضها.



البنجالور أثناء انفجاره



بنجالور طوله ٢٠ متر



آثار الموجة الانفجارية على الأرض

* نقطة الانفجار Explosion Point Or Limit:

هي درجة الحرارة التي تنفجر عندها المادة عندما تصل إليها سواء كانت مباشرة أو غير مباشرة.

* التبخر Volatility:

وهي قابلية المادة المتفجرة للتبخر نتيجة تفكك بعض جزيئاتها لذلك هذه الخاصية تقدر في ثباتية واستقرار المادة المتفجرة وبالتالي يصبح التعامل مع هذه المواد خطير.

* اختبار المواد المتفجرة Explosive Material Test:

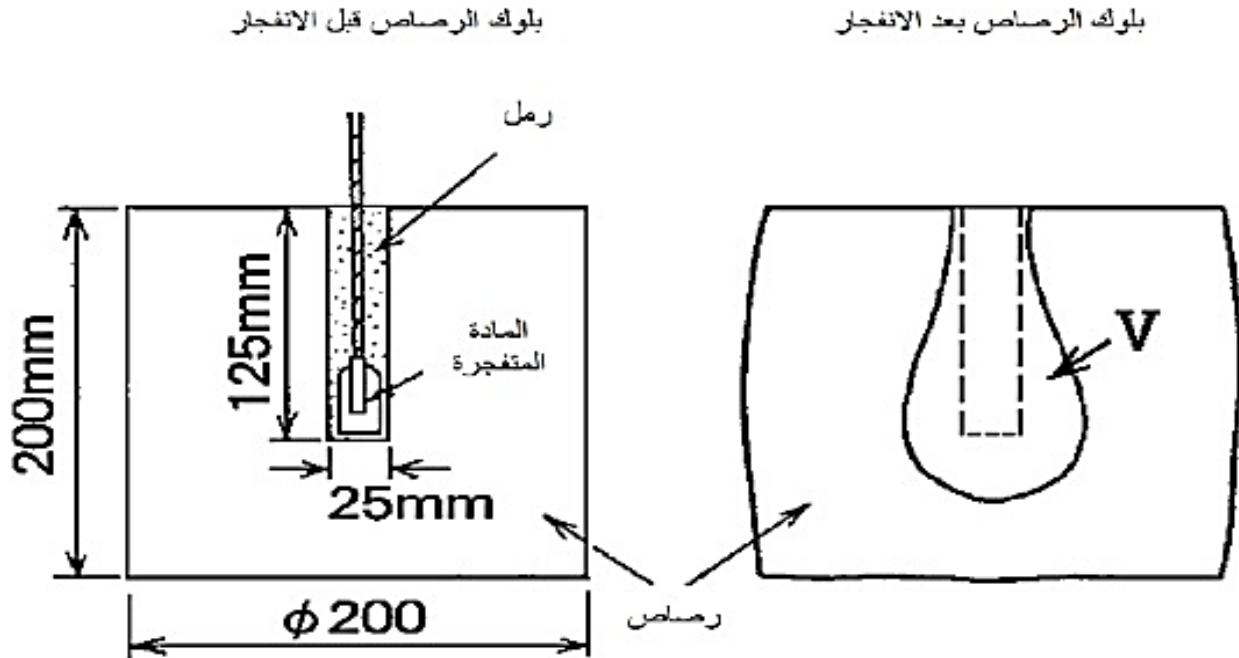
يستخدم TNT كوحدة قياس لكل أنواع المتفجرات الأخرى، هذه القياسات مهمة لأنها تفسر موجة الانفجار Blast Waves قبل حدوثها، والحفرة Craters التي قد يخلفها الانفجار واستجابة الشيء المراد تدميره حسب نوع المادة، كذلك تستخدم في معرفة الدمار الذي قد ينشأ أثناء النقل والتخزين، بل هذه القياسات تسهل كيفية اتخاذ القرار من القيادة العسكرية والسياسية.

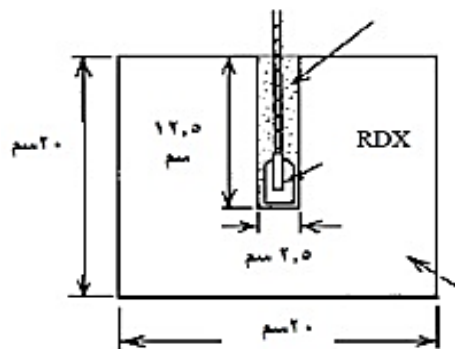
وهذه القياسات تتم من خلال عدة اختبارات وأهمها:

اختبار بلوك الرصاص Lead Block (ترازول Trauzl) وانبعاج الصفيحة أو ما يسمى بتمدد الاسطوانة Plate Dent Or Cylinder Expansion، مع العلم يمكن لهذه القياسات تختلف من دولة لدولة أو حتى من مختبر لمختبر.

اختبار بلوك الرصاص Lead Block Test:

يستخدم بلوك الرصاص أو ما يسمى اختبار ترازول Trauzl Lead Block Test في تقدير قوة المادة المتفجرة بالمقارنة مع TNT، هذا الاختبار تم اكتشافه من خلال ايزيدور ترازول Isidor Trauzl عام ١٨٨٥، في هذا الاختبار يتم وضع ١٠ جرام من المادة المتفجرة في بلوك الاختبار، بعد وضع المادة المتفجرة يتم تغطية المادة بالرمل، ثم يتم تفجير العينة من خلال صاعق كهربائي، نلاحظ بعد الانفجار ازدياد حجم الاسطوانة في البلوك ثم يتم عمل الفرق بين الحجمين ومن ثم يتم المقارنة مع انفجار نفس الكمية من TNT.





مثال:

تم إجراء اختبار بلوك الرصاص لمادة السيكلونيت RDX (١٠ جم).

فكانت النتائج كما يلي:

حجم اسطوانة البلوك بعد الانفجار = ٤٧٠ سم^٣

احسب قوة انفجار مادة RDX بالنسبة لمادة TNT

إذا علمت أن حجم نفس الاسطوانة بعد انفجار TNT (١٠ جم) - ٣٠٠ سم^٣.

الإجابة:

حجم اسطوانة البلوك قبل الانفجار = π (نصف القطر)^٢ * الارتفاع

$$= ٣,١٤ * (٢,٥ \div ٢)^2 * ١٢,٢ \approx ٦٠ \text{ سم}^3$$

$$\begin{aligned} & \text{قوة انفجار مادة RDX} = \frac{\text{حجم الاسطوانة بعد انفجار RDX} - \text{حجم الاسطوانة قبل انفجار RDX}}{\text{حجم الاسطوانة بعد انفجار TNT} - \text{حجم الاسطوانة قبل انفجار TNT}} \\ & = \frac{٤٧٠ - ٦٠}{٣٠٠ - ٦٠} \approx ١,٧ \end{aligned}$$

Table 22. Lead block excavation values.

A. Homogeneous Explosives

Explosive	Test Value cm ³ /10 g	Explosive	Test Value cm ³ /10 g
nitroglycol	610	picric acid	315
methylnitrate	600	trinitroaniline	311
nitroglycerine	530	TNT	300
PETN	520	urea nitrate	272
RDX	483	dinitrophenol	243
nitromethane	458	dinitrobenzene	242
ethylnitrate	422	DNT	240
Tetryl	410	guanidine nitrate	240
nitrocellulose		ammonium	
13.4 % N	373	perchlorate	194
ethylenediamine		ammonium nitrate	178
dinitrate	350		

B. Industrial Explosives

Explosive	Density g/cm ³	Test Value cm ³ /10 g
blasting gelatin	1.55	600
guhr dynamite	1.35	412
Gelignite		
65 % nitroglycerine	1.53	430
ammonium-nitrate- based gelatins,		
40 % nitroglycerine	1.47	430
powder-form ammonium- nitrate-based explosives	1.0	370
ANFO	0.9	316
gelatinous permitted explosive	1.69	130
ion-exchanged permitted explosive	1.25	85

بعض القياسات و التحويلات المهمة

area:	m ²	cm ²	in ²	ft ²
square meter:	1 m ² = 1	10 ⁴	1550.0	10.764
square inch:	1 in ² = 6.4516 · 10 ⁻⁴	6.4516	1	6.9444 · 10 ⁻³
square foot:	1 ft. ² = 9.2903 · 10 ⁻²	929.03	144	1
acre:	1 A. ² = 4046.9 = 0,4 ha			

volume	l	gal	in ³	ft ³
liter	1 l = 1	2.1997 · 10 ⁻¹	61.024	3.5315 · 10 ⁻²
milliliter: = cubic centimeter:	1 ml = 1 cm ³ = 10 ⁻³	2.2007 · 10 ⁻⁴	6.1024 · 10 ⁻²	3.5315 · 10 ⁻⁵
cubic inch:	1 in ³ = 1.6387 · 10 ⁻²	3.6063 · 10 ⁻³	1	5.787 · 10 ⁻⁴
fluid ounce:	1 oz fl = 2.8413 · 10 ⁻²	6.2528 · 10 ⁻³	1.7339	1.003 · 10 ⁻²
liquid pint:	1 pt = 5.68 · 10 ⁻¹	1.25 · 10 ⁻¹	34.662	2.006 · 10 ⁻²
liquid quart:	1 qt = 2 pt = 1.136	2.5 · 10 ⁻¹	69.323	4.012
gallon:	1 gal = qt = 4.544	1	277.29	0.1605
cubic foot:	1 ft ³ = 28.317	6.2317	1728.0	1
dry barrel:	1 bbl dry = 115.63	23.447	7056.2	4.0833

length:		m	in.	ft.	yd.
meter:	1 m =	1	39.370	3.2808	1.0936
Inch:	1 in. =	$2.54 \cdot 10^{-2}$	1	$8.3333 \cdot 10^{-2}$	$2.7778 \cdot 10^{-2}$
foot:	1 ft. =	$3.048 \cdot 10^{-1}$	12"	1	$3.3333 \cdot 10^{-1}$
yard:	1 yd. =	$9.144 \cdot 10^{-1}$	36	3	1
mile:	1 ml. =	1609.3	63 360	5280	1760

energy:		kJ	kcal	mt	l atm	l bar
Joule = meter-Newton:	1 J = 1 m N =	10^{-3}	$2.3884 \cdot 10^{-4}$	$1.0197 \cdot 10^{-6}$	$9.8687 \cdot 10^{-3}$	10^{-2}
kilojoule:	1 kJ =	1	$2.3884 \cdot 10^{-1}$	$1.0197 \cdot 10^{-1}$	9.8687	10
kilocalorie:	1 kcal =	4.1868	1	$4.2691 \cdot 10^{-1}$	41.319	41.869
meter-ton (1000 kp):	1 mt =	9.8067	2.3423	1	96.782	98.069
liter-atmosphere:	1 l atm =	$1.0133 \cdot 10^{-1}$	$2.4202 \cdot 10^{-2}$	$1.0333 \cdot 10^{-2}$	1	1.0133
liter-bar:	1 l bar =	10^{-1}	$2.3885 \cdot 10^{-2}$	$1.0197 \cdot 10^{-2}$	$9.8687 \cdot 10^{-1}$	1
kilowatt-hour:	1 kWh =	3600	859.85	367.10	$3.5529 \cdot 10^{-5}$	$3.6 \cdot 10^5$
horse-power-hour:	1 PS h =	2647.8	632.42	270	$2.6131 \cdot 10^{-5}$	$2.6478 \cdot 10^5$
gas-equation-factor:	R · °K · Mol =	$8.313 \cdot 10^{-3}$	$1.9858 \cdot 10^{-3}$	$8.478 \cdot 10^{-4}$	$8.204 \cdot 10^{-2}$	$8.313 \cdot 10^{-2}$
british thermal unit:	1 BTU =	1.055	$2.520 \cdot 10^{-1}$	$1.075 \cdot 10^{-1}$	10.41	10.55

pressure		bar	kp/cm ²	Atm.	p. s. l.
bar = 10 Newton per cm ² :	1 bar =	1	1.0197	0.98692	14.504
physical atmosphere:	1 Atm. =	1.01325	1.0332	1	14.696
technical atmosphere:	1 kp/cm ² =	0.98067	1	0.96784	14.223
water column:	10 m =	0.98064	0.99997	0.96781	14.223
pound per square inch:	1 p. s. l. or lb/in ² =	$6.8947 \cdot 10^{-2}$	$7.0307 \cdot 10^{-2}$	$6.8046 \cdot 10^{-2}$	1
pound per square foot:	1 p. s. ft. or lb/ft ² =	$4.7890 \cdot 10^{-4}$	$4.8824 \cdot 10^{-4}$	$4.7254 \cdot 10^{-4}$	$6.9444 \cdot 10^{-3}$

غرفة تفجير للمختبر Laboratory Detonation Chambers



KV-150M1



KV-250M

وهي مخصصة للأبحاث العلمية والتطوير واختبار طاقة المواد المتفجرة بعد الانفجار، كذلك تستخدم في حفظ المواد المتفجرة المحضرة حديثاً لفترة زمنية، وتستخدم في قياس حساسية المادة المتفجرة وحرارة الانفجار الصادرة منها، كذلك يمكن قياس الضغط المتولد من الغاز وسرعة خروج هذه الغازات، وهي مصنعة من معدن الحديد الذي يصمد أمام الكثير من الانفجارات، ويوجد منها نوعين (KV-150M1) وهذه بدورها يستخدم فيها لغاية ١٥٠ جرام من المواد المتفجرة والنوع الثاني (KV-250M) والتي تتحمل وزن ٢٥٠ جرام من المواد المتفجرة، العمر الافتراضي لهذه الغرفة من ١٠٠٠٠ - ١٠٠٠٠٠ انفجار إذا ما تم وضع الكميات المحددة فقط، الغرفة مزودة بعدة شبابيك زجاجية مغطاة بغطاء حديد سميك والتي تستخدم لإدخال المواد المتفجرة، كذلك الغرفة مزودة بصمامين للغاز، الأول يستخدم في إدخال كمية من الغاز للضغط على المادة المتفجرة قبل انفجارها والصمام الثاني مصمم لنزع الغاز الزائد بعد الانفجار وحسابه.

معلومات قياسية Technical information:

Chamber	KV-150M1	KV-250M	الحجرة
Nominal capacity (g TNT)	150	250	كمية المادة المتفجرة (جم)
Maximum length (mm)	1540	1800	الطول الأقصى (مم)
Maximum width (mm)	1100	1200	العرض الأقصى (مم)
Maximum height (mm)	1450	1630	الارتفاع الأقصى (مم)
Maximum weight (kg)	800	1250	الوزن الأقصى (كجم)

العوامل المؤثرة في الانفجار

١- الأكسجين: التفاعل المتفجر يكون ناشراً للحرارة بطبيعة الحال، ولما كانت التفاعلات من هذا النمط تفاعلات أكسدة واختزال بصورة عامة فإنه لابد في كل انفجار من وجود ذرة تتأكسد على الأقل - أي تتخلى عن بعض الكتروناتها - وأخرى تستولي على هذه الالكترونات، ولكي يكون تفاعل ما تفاعل أكسدة واختزال فإنه ليس من المحتّم وجود الأكسجين، إذ أن الأزيدات مثلاً جزيئات متفجرة لا يدخل في تركيبها الأكسجين فهي تنفجر بتفاعل أكسدة واختزال، غير أن المؤكسد الأول في تفاعلات الأكسدة كما في المتفجرات بصورة عامة هو الأكسجين، إن للنسبة المئوية التي تدخل في التركيب المئوي لنوع كيميائي متفجر أو لخليط متفجر أهمية ولكنها ليست كبيرة حيث أن السرعة الانفجارية في المقام الأول مستقلة عن الأكسجين إذ أن هناك متفجرات غنية بالأكسجين غير أنها بطيئة، ومتفجرات أخرى فقيرة بالأكسجين كجميع مركبات النيترو عطرية، غير أنها سريعة، وعلينا أن لا ننسى أن ما يؤثر ليس فقط النسبة المئوية كرقم مطلق بل هو كذلك البنية أو الموضع الذي يشغله الأكسجين في الجزيء.

٢- النسبة المئوية للمكونات في الخليط: إن العيار أو التركيب الكمي للخلائط المتفجرة المشكّلة من مكونات مختلفة (الوقود والحارق) هو عامل يؤثر في سرعة التفاعل.

٣- الحرارة والضغط: تزداد سرعة الاحتراق بازدياد الضغط ودرجة الحرارة، وهي تتضاعف تقريباً كلما ازدادت درجة الحرارة بمقدار ١٠ درجات مئوية.

٤- كثافة المتفجر: ذرات المركبات الكيميائية التي تدخل في التفاعل أقرب إلى بعضها البعض منها في الخلائط الفيزيائية، وتكون السرعة التي يتطور فيها التفاعل أكبر بكثير في المركبات الكيميائية منها في الخلائط الفيزيائية، الكثافة المطلقة أو الحقيقية هي كتلة وحدة الحجم من المادة المتفجرة التي لا يفصل بين ذراتها الهواء، أما الكثافة الوزنية فهي وزن اللتر من المادة المتفجرة في الشروط العادية بدون ضغط، وتؤثر الكثافة الحقيقية أو المطلقة في سرعة الاحتراق وتؤثر الكثافة الوزنية في الاشتعال، أي تؤثر الأولى في انتشار الاحتراق داخلياً وتؤثر الثانية في انتشاره خارجياً.

٥- الكثافة النوعية للشحنة: وهي العلاقة الكائنة بين وزن المتفجر وحجم الحيز الذي يتم فيه الانفجار وتختلف هذه الكثافة من مادة إلى أخرى حسب تركيبها الكيميائي، فنجدتها في حمض البكريك تساوي 1.763 g/cm^3 وفي RDX تساوي 1.8 g/cm^3 وفي النيتروجليكول تساوي 1.49 g/cm^3 .

٦- الكابح: ويطلق على العائق أو الصعوبة التي يجابه بها الحيز الذي تتم فيه العملية الانفجارية والغازات الناتجة عن الانفجار مانعاً لانتشارها، فالكابح تابع لطبيعة الوعاء وإحكام إغلاقه، ففي حيز جيد الإحكام وذو خواص مميزة ملائمة تحول دون تحطمه قبل التحول الكلي للمتفجر إلى غاز يزداد الضغط بتقدم العملية الانفجارية، ولما كانت السرعة تابعة للضغط فإن ما يبدأ كاحتراق بسيط يمكن أن ينتهي إلى انفجار مدوّ، فالبارود يتقد في الهواء ويشتعل اشتعالاً وميضياً في ماسورة المدفع وينفجر انفجار في كابح مغلق.

٧- الوسائط: وهي مواد تؤثر في سرعة التفاعلات إما بزيادتها وتسمى (وسائط ايجابية) أو بإبطائها وتسمى (وسائط سلبية) ولما كانت الانفجارات إجراءات كيميائية فأنها تتأثر ككل الإجراءات الأخرى بالوسائط المناسبة، مثل الحامض في النيتروسليلوز الذي يعرضه للخطر عند الحفظ ومثل المواد التي تساعد المتفجرات على الثباتية والاستقرارية.

معادلات التفجير

معادلة الاحتراق التام:

عندما تكون نسبة الأكسجين الموجودة في الجزيء المتفجر كافية لتحويل كل الكربون إلى ثاني أكسيد الكربون CO_2 () وكل الهيدروجين إلى ماء (H_2O) عند ذلك يوصف المتفجر أنه ذو احتراق تام وسوف تتحرر طاقته العظمى الكلية المتناسبة مع كمية الكربون والهيدروجين الموجودة.

تعريف ميزان الأكسجين :

تطلق عبارة ميزان الأكسجين على الزيادة أو النقص في الأكسجين التي يحويها متفجر كيميائي معبراً عنه بالنسبة المئوية من وزنه الجزيئي. ولذلك فإن ميزان الأكسجين في متفجرات الاحتراق الكلي (مثال ثنائي نيتروجليكول) تساوي صفراً، ويكون موجباً في المتفجرات التي فيها وفرة في الأكسجين (مثال النيتروجليسرين)، ويكون سالباً في المتفجرات التي فيها نقص في الأكسجين (مثال TNT).

قائمة بأسماء مواد غنية بالأكسجين:

كلورات البوتاسيوم، برمنجنات البوتاسيوم، نترات البوريا، نترات الرصاص، نترات الأمونيوم، كلورات الصوديوم، نترات البوتاسيوم، نترات الصوديوم، نترات البوتاسيوم، نترات الصوديوم، نترات الباريوم، نترات الكروم، نترات الكوبلت.

Table 24. Oxygen balance of explosives and explosive components.

Material	Available O_2 , %	Material	Available O_2 , %
aluminum	- 89.0	ammonium chloride	- 44.9
ammonium nitrate	+ 20.0	ammonium perchlorate	+ 34.0
ammonium picrate	- 52.0	barium nitrate	+ 30.6
dinitrobenzene	- 95.3	dinitrotoluene	-114.4
wood meal, purified	-137.0	potassium chlorate	+ 39.2
potassium nitrate	+ 39.6	carbon	-266.7
sodium chlorate	+ 45.0	sodium nitrate	+ 47.0
nitroglycerine	+ 3.5	nitroguanidine	- 30.8
nitrocellulose (guncotton)	- 28.6	nitrocellulose (soluble guncotton)	- 38.7
picric acid	- 45.4	sulfur	-100.0
Tetryl	- 47.4	trinitroresorcinol	- 35.9
TNT	- 74.0		

أهم أربع ذرات في حساب ميزان الأكسجين هم: الكربون C والهيدروجين H والنيتروجين N والأكسجين O.

$$\text{میزان الأكسجين \%} = \frac{\text{وزن ذرة الأكسجين}}{\text{الوزن الذري للمادة المتفجرة}} \times 100 = \left(\frac{H}{2} - 2C - O \right) \times 100$$

Table 2.1 Atomic Weights for Elements in CHNO Explosives

Chemical Element	Atomic Weight
Carbon	12.010
Hydrogen	1.008
Nitrogen	14.008
Oxygen	16.000

سوف نقوم بحساب ميزان الأكسجين للمواد التالية:

١- نيتروجليكول (Nitroglycol) $(C_2H_4N_2O_6)$:

في البداية سوف نقوم بحساب الوزن الجزيئي لمادة النيتروجليكول

$$24 = 12 \times 2 = C$$

$$4 = 1 \times 4 = H$$

$$28 = 14 \times 2 = N$$

$$96 = 16 \times 6 = O$$

إذا المجموع الجزيئي للمادة المتفجرة يساوي $152 = 96 + 28 + 4 + 24$

$$\text{والآن نقوم بتطبيق القانون: ميزان الأكسجين \%} = \left(\frac{4}{2} - 2 \times 2 - 6 \right) \times 100 \times \frac{16}{152} = -3.9\%$$

٢- نيتروجليسرين (Nitroglycerine) $(C_3H_5N_3O_9)$:

في البداية سوف نقوم بحساب الوزن الجزيئي لمادة النيتروجليسرين:

$$36 = 12 \times 3 = C$$

$$5 = 1 \times 5 = H$$

$$42 = 14 \times 3 = N$$

$$144 = 16 \times 9 = O$$

إذا المجموع الجزيئي للمادة المتفجرة يساوي $227 = 144 + 42 + 5 + 36$

$$\text{والآن نقوم بتطبيق القانون: ميزان الأكسجين \%} = \left(\frac{5}{2} - 3 \times 3 - 9 \right) \times 100 \times \frac{16}{227} = -3.5\%$$

٣- RDX $(C_3H_6N_6O_6)$:

في البداية سوف نقوم بحساب الوزن الجزيئي لمادة RDX:

$$36 = 12 \times 3 = C$$

$$6 = 1 \times 6 = H$$

$$84 = 14 \times 6 = N$$

$$96 = 16 \times 6 = O$$

إذا المجموع الجزيئي للمادة المتفجرة يساوي $222 = 96 + 84 + 6 + 36$

$$\text{والآن نقوم بتطبيق القانون: ميزان الأكسجين \%} = \left(\frac{6}{2} - 3 \times 3 - 6 \right) \times 100 \times \frac{16}{222} = -21.6\%$$

٤- TNT (C₇H₅N₃O₆):

في البداية سوف نقوم بحساب الوزن الجزيئي لمادة TNT:

$$84 = 12 \times 7 = C$$

$$5 = 1 \times 5 = H$$

$$42 = 14 \times 3 = N$$

$$96 = 16 \times 6 = O$$

إذا المجموع الجزيئي للمادة المتفجرة يساوي $227 = 96 + 42 + 5 + 84$

والآن نقوم بتطبيق القانون: ميزان الأكسجين % $= \left(\frac{5}{2} - 2 \times 7 - 6 \right) 100 \times \frac{16}{227} = -74\%$

٥- فلمنات الزئبق ((CNO)₂ Hg) Mercuric Fulminate:

في البداية سوف نقوم بحساب الوزن الجزيئي لمادة فلمنات الزئبق:

$$24 = 12 \times 2 = C$$

$$0 = 1 \times 0 = H$$

$$28 = 14 \times 2 = N$$

$$32 = 16 \times 2 = O$$

$$200,5 = 200,5 \times 1 = Hg$$

إذا المجموع الجزيئي للمادة المتفجرة يساوي $284,5 = 200,5 + 32 + 28 + 24$

والآن نقوم بتطبيق القانون: ميزان الأكسجين % $= \left(\frac{0}{2} - 2 \times 2 - 2 \right) 100 \times \frac{16}{284,5} = -11,2\%$

أسماء وخصائص المواد المتفجرة

خصائص المتفجرات:

إن دراسة خصائص المتفجرات مهم جداً لتتعرف على نوع المادة المتفجرة التي لدينا والخصائص التي سوف نتطرق إليها وهي نوعان:

١. الخصائص الفيزيائية.
٢. الخصائص الكيميائية.

أولاً: الخصائص الفيزيائية:

هي الخصائص التي تتعلق بالصفات الطبيعية للمادة وهي كثيرة وسوف ندرس منها ما يمكن أن نستفيد منه ضمن إمكانياتنا المتاحة وهي:

١. اللون: هو عنصر أساسي في تحديد المادة المتفجرة.
٢. الكثافة g/cm^3 : يمكن اللجوء لهذه الخاصية للتفريق بين نوعين من المادة المتفجرة لها نفس اللون، ويتم حسابها بقسمة الوزن على الحجم للمادة المتفجرة.
٣. الانصهار: وهي درجة الحرارة التي يتم فيها انصهار مادة متفجرة وتحويلها من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة لكي يتم صناعة الأشكال التي نريدها.
٤. الحساسية للاحتكاك: وهي مدى قدرة مادة متفجرة ما على مقاومة الاحتكاك بمادة أكثر صلابة وخشونة التي قد تسبب الانفجار.
٥. الحساسية للصدمة: هي مدى قدرة مادة متفجرة ما على مقاومة الصدمة التي تنتج من جسم آخر أو انفجار قريب منها.
٦. درجة حرارة الانفجار: هي درجة الحرارة التي إذا تعرضت إليها مادة متفجرة ما فإنها تنفجر ولكل مادة متفجرة درجة حرارة انفجار يجب معرفتها والحذر منها.
٧. الحرارة الناتجة عن الانفجار: هي درجة حرارة الناتجة من انفجار مادة متفجرة ما وهي قد تصل في بعض المواد إلى ٤٠٠٠ درجة مئوية.
٨. سرعة الانفجار: هي السرعة التي تنتقل بها موجة الانفجار داخل جزيئات المادة وتتراوح عادة من ١٠٠٠ - ١٠٠٠٠ م/ث وذلك في المتفجرات عالية القوة أما في المتفجرات ضعيفة القوة (المواد المشتعلة) فتتراوح عادة من ٤٠٠ - ١٠٠٠ متر في الثانية.

ثانياً: الخصائص الكيميائية:

١. الذوبان في الماء: بعض المتفجرات تذوب في الماء بشراهة لذلك تجد أن العبوة التي تحتوي على هذه المواد تتعرض للتلف في حال إهمالها، كما أنه يوجد متفجرات تعمل تحت الماء دون أن تتأثر بالوسط المحيط. لذلك يجب معرفة المتفجرات المحبة للماء والمتفجرات الكارهة للماء للاحتياط في عملية التخزين وعملية الاستخدام.
٢. الذوبان في المذيبات العضوية: حيث أن بعض المتفجرات تذوب في المذيبات العضوية مثل الأسيتون، النتر، البنزين، وغيرها من المذيبات الشائعة.
٣. سرعة الاشتعال ولون الغاز المتصاعد: وهي تعطي انطباع عن كمية الشوائب الموجودة بها وكمية الأكسجين في المادة المتفجرة.

سؤال مهم:

ما هو الفرق بين المواد المحرصة والقاصمة؟

الفرق هو أن المادة المحرصة تتأثر بالحرارة وتتصقق، حيث أن نقطة الانفجار الحرجة لها صغيرة وأما الثانية فلا تتأثر بالحرارة البسيطة وإنما تحتاج صعقة قوية لأن نقطة الانفجار الحرجة لها كبيرة (إذا أردنا التأثير عليها بالحرارة لتتصقق).

أسماء وخصائص المتفجرات البادئة Primary Explosive

هي متفجرات محرصة وظيفتها تحريض غيرها من المتفجرات وهي أكثر المواد حساسية وهي حساسة للصدم Impact والاحتكاك Friction والحرارة Heat وشرارة الكهرباء Static Electricity والإشعاع الكهرومغناطيسي Electromagnetic Radiation، وتستخدم في صناعة الصواعق كبادئ للعملية الانفجارية ولها قابلية للاشتعال من خلال اتصال مباشر مع شرارة كهربائية وسرعتها الموجية منخفضة إذا ما قورنت بالمواد المتفجرة الخاملة والنصف حساسة، بعد محاولات البحث العديدة في العلاقة الكائنة بين البنية الجزيئية للمادة وخواصها اتضح أن المحرضات أو البوادي هي المتفجرات الوحيدة التي تتمتع بعلاقة واضحة بين الصفة الانفجارية والبنية وعليها أن تتصف بالشرطين التاليين:

١- أن تتمتع بحساسية شديدة تجعلها تشتعل مدوية عندما تماس لهما أو مادة متقدة أو عندما تتلقى صدمة أو احتكاكاً معتدلين.

٢- أن تكون صالحة لنقل الانفجار إلى المتفجرات الأخرى التي هي على تماس معها. ويتطلب الشرط الأول استقراراً كيميائياً ضعيفاً والسبب في ذلك هو أن جزيئات هذه البوادي جزيئات خطية متطاولة جداً، يضاف إلى هذا احتوائها على معادن ثقيلة تعمل فيها كعمل ثقل إضافي غير عادي في وسط الجزيء المتفجر، إن وجود المعدن الثقيل يساهم في عدم الاستقرار الجزيئي وكأنه ثقل إضافي كذلك يقوم أيضاً بنقل الانفجار إلى المتفجرات الأخرى من خلال صدمها بحكم أنه معدن ثقيل وكثافته عالية.

ومن الأمثلة عليها:

بروكسيد الهيكسامين Hexamine Peroxide، أسيتيليد النحاس Copper(I) Acetylide، أزيد الفضة Silver Azide، برمنجنات الأمونيوم Ammonium Permanganate، تيترازول Tetrazole، بكرات الرصاص Lead Picrate، أزو-كلاتريت Azo-Clathrates، ستيفنات الرصاص Lead Styphnate، فلمنات الفضة Silver Fulminate، دي أزيد نيترو فينول Diazodinitrophenol، أسيتيليد الفضة Silver Acetylide، ثلاثي أيودين النيتروجين Nitrogen Triiodide، نيتاسين Tetacene، هيكسا ميثيلين تري بيروكسيد دي أمين Hexamethylene Triperoxide Diamine، معقد نحاس تيترا أمين Tetraamine Copper Complexes، ثلاثي كلوريد النيتروجين Nitrogen Trichloride، فلمنات الزئبق Mercuric Fulminate، أزيد الرصاص Lead Azid، بروكسيد الأسيتون Aceton Peroxide.

هيمنت فلمنات الزئبق كمادة بادئة لغاية الحرب العالمية الثانية على الرغم من ظهور أزيد الرصاص في الحرب العالمية الأولى.



الجهاز الذي يختبر حساسية المادة للاحتكاك



الجهاز الذي يختبر حساسية المادة للصدمة
من خلال إسقاط وزن محدد



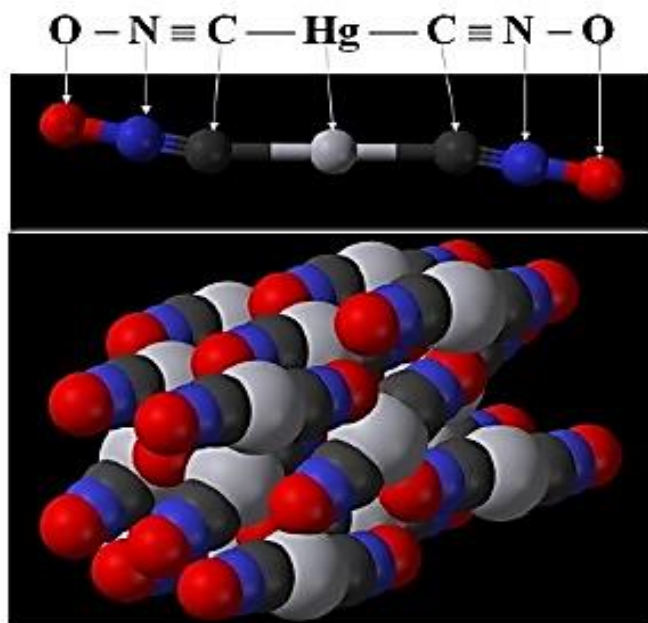
الجهاز الذي يختبر حساسية المادة للشحنة الكهربائية

فلمينات الزئبق Mercury Fulminate

* الرمز الكيميائي Molecular Formula: $(\text{CNO})_2 \text{Hg}$.

* الوزن الجزيئي Molecular Weight: 284.62 g/mol.

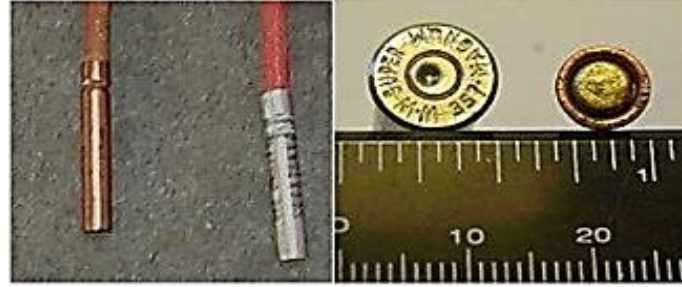
* التركيب الكيميائي Chemical Structure:



* تعريفها والأسماء الأخرى: هي مادة حساسة جداً للاحتكاك والصدمة والكهرباء وهي تتأثر بالرطوبة فتتخفف قدرتها على الانفجار، فعند نسبة رطوبة ١٥% تشتعل ولا تنفجر، وعند نسبة ٣٠% لا تشتعل ولا تنفجر ويضاف إليها الماء لتقليل أخطار تداولها وتخزينها، ويرمز إليها بـ Mercury Fulminate (MF)، وتسمى أيضاً سيانات الزئبق Mercuric Cyanate.



- * تاريخها **History**: اكتشف الزئبق المتفجر (فلمنات الزئبق) عام ١٧٨٨ على يد الفرنسي الكيميائي بيرثوليت "Bertholet"، وفي عام ١٨٦٤ اخترع ألفريد نوبل الصاعق المعدني واستخدم فيه فلمنات الزئبق **Mercuric Fulminate** كبادئ للانفجار بدلا من البارود الأسود.
- * استخدامها **Uses**: تستخدم في صناعة الصواعق **Blasting Caps** والكبسولات **Percussion Caps** لمختلف أنواع الذخائر.



- * لونها **Color**: لها عدة ألوان أبيض وبني فاتح ورمادي وأنقاها الرمادي، والأبيض أكثرها حساسية، كل حسب طريقة التحضير وكمية الشوائب الموجودة في المواد المحضرة.
- * كثافتها **Density**: 4.43 جم/سم³ g/cm³.
- * ضغط الفلمنات: إذا ضغطت الفلمنات ضغطاً شديداً أصبحت غير حساسة كما هو الحال في معظم المتفجرات، وإذا ما زاد الضغط عن ٤٠٠ كجم/سم² أصبح من الصعب جداً جعلها تشتعل مدوية بالصدم والحرق.
- * درجة انصهارها **Melting Point**: تنفجر عند درجة انصهارها.
- * درجة حرارة بدء الانفجار **Explosion Point or Limit**: وهي جافة تساوي من ١٧٠-١٨٠م وهي تنفجر مدوية عندما تمس جسماً متقدماً، أو تعاني طرقاتاً أو احتكاكاً والبلورات الضخمة أكثر حساسية من الدقيقة.
- * الطاقة الناتجة من الانفجار **Heat Of Explosion**: 415 kcal/kg.
- * الحرارة الناتجة من الانفجار **Temperature Of Explosion**: ٣٥٣٠ درجة مئوية.
- * الغاز الناتج من الانفجار **Volume Of Explosion Gases**: تم تقدير حجم الغازات المنطلقة نتيجة لانفجار كيلو جرام من الفلمنات فكانت تساوي ٣١٤ لتر من الغازات، معظمها من غاز CO.
- * سرعتها الانفجارية **Detonation Velocity**: تتراوح سرعة الانفجار للفلمنات بين ٤٣٠٠ - ٤٥٠٠ م/ث. وعند عمل خليط من الفلمنات مع كلورات البوتاسيوم بنسبه ١٥ : ٨٥ وكثافة ٣,١٦ جم/سم³ فإن هذا الخليط ينفجر بمعدل سرعة انفجار ٤٠٩٠ م/ث.
- * قوة الانفجار **Power**: قوتها ٠,٥ بالمقارنة مع TNT.
- * شراسة المادة **Brisance**: ٠,٣ بالمقارنة مع شراسة TNT.

- * **الحساسية Sensitivity:** وهي جافة تعتبر حساسة جداً للصدمة والاحتكاك ويمكن أن تنفجر بأي شرارة أو لهب وهي حساسة للصدمة أكثر من أزيد الرصاص.
- * **القطر الحرج Critical Diameter:** تنفجر ولو كانت غبار.
- * **الثبات الكيميائي Stability:** تعتبر الفلمينات من المواد الثابتة القوية حيث من الممكن أن تخزن في درجة حرارة من ٥٠ - ٦٠م لمدة ستة أشهر في جو خال من الرطوبة وتفقد خلال هذه المدة ٣٦% من وزنها فقط.
- * **الذائبية Solubility:** عديمة الذوبان في الماء البارد وتذوب بعض الشيء في الماء المغلي (٨جم/١٠٠مل) لكنها تذوب في الإيثانول وهيدروكسيد الأمونيوم.
- * **مقاومة الحرارة والبرودة Freeze And Heat Resistance:** تعتبر مستقرة فيما يخص الحرارة لأنها تتحمل درجة حرارة ١٦٠ درجة مئوية.
- * **تأثير الضوء وأشعة الشمس Sun Light Exposure:** فلمينات الزنبيق حساسة لضوء الشمس والبلورات البيضاء أكثر حساسية من الرمادية وعند التعرض لضوء الشمس لمدة ٣٢٠ ساعة تتصاعد منها كمية من الغازات (تتصاعد من الفلمينات البيضاء غازات أكثر من الفلمينات الرمادية) ومن الممكن أن تسبب هذه الأشعة حدوث انفجار للفلمينات إذا سقطت عليها بشدة كما أن الأشعة فوق البنفسجية تسبب تحللاً جزئياً مع تصاعد غازي النيتروجين وأول أكسيد الكربون.
- * **التفاعل مع المعادن Reaction With Metal:** لا تتفاعل مع معدن النحاس الجاف لذلك تصنع صواعقها منه لكنها عندما تكون رطبة فأنها تتفكك ببطء عند تماسها للمعادن المؤكسدة وخاصة النحاس إذ يحل النحاس محل الزنبيق مشكلاً فلمينات النحاس الأقل حساسية بكثير تجاه الصدم وهذا يشرح سبب عطل كثير من القذائف الرطبة والقديمة، بينما تتفاعل مع معدن الألمنيوم لتكون مركبات غير قابلة للانفجار (Al_2O_3).
- * **التبخر Volatility:** قليلة التبخر في الهواء نظراً لكثافتها العالية وارتفاع درجة انصهارها أو انفجارها.
- * **النقل والتخزين Transport and Storage:** تنقل وتخزن وهي تحت الماء في أواني زجاجية أو بلاستيكية مغلقة وعند استخدامها فقط يتم تبخير الماء عنها في إناء مسطح بلاستيكي في جو الغرفة وبدون تعرضها للضوء، لا تحتفظ بالفلمينات إذا كانت رطبة في وعاء نحاس حتى لا تتحول إلى فلمينات النحاس وتتلف.
- * **السمية Toxicity:** سامة مثل جميع أملاح الزنبيق ولذلك نجد عليها هذا الرمز.



* معادلة انفجارها **Explosion Equation**:



* ميزان الأكسجين **Oxygen Balance**: عندها نقص في الأكسجين يقدر ب ١١.٢% ودليل ذلك خروج كمية كبيرة من غاز أول أكسيد الكربون في نواتج الانفجار.

* المواد التي تدخل في تحضيرها: الزئبق **Mercury**، كحول الإيثيل **Ethyl Alcohol**، حمض النيتريك **Nitric Acid**، ويمكن استخدام حمض الهيدروكلوريك مع العلم بهذه الطريقة تظهر الفلمنات بيضاء اللون، وجد أن اجم من الزئبق ينتج من ١.٢٥ - ١.٥ جم من فلمنات الزئبق.

* خلطاتها: يمكن خلطها ب ٢٠% من مادة كلورات البوتاسيوم **Potassium Chlorate** و ٨٠% فلمنات الزئبق.

* انحلالها أو تخريبها: تنحل بسهولة في القلويات القوية مثل الصودا الكاوية (**NaOH**) وتنحل كذلك مع الانيلين مكونة ثنائي فنييل جوانيديدين + معدن الزئبق، وتتميز بداية تفكك الفلمنات بانفصال الزئبق على شكل قطيرات دقيقة سهلة الملاحظة بالمجهر، وفي هذه الحالة تكون خطرة ويجب تخريبها بغطسها في محلول مركز من الصودا الكاوية.



فلمنات الزئبق النقية

ملاحظة: في الوقت الحالي فلمنات الزئبق تم استبدالها بمواد متفجرة أقل سمية وأكثر استقراراً لوقت أطول مثل أزيد الرصاص **Lead Azide** وستيفنات الرصاص **Lead Styphnate** ومشتقات التيترازين **Tetrazene Derivatives**.

فلمنات الفضة

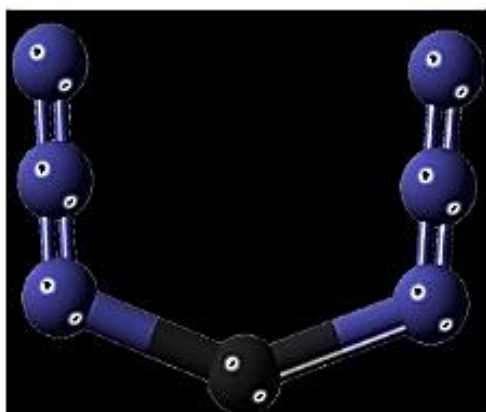
- الرمز الكيميائي
- الوزن الجزيئي
- تعريفها والاسماء الاخرى
- تاريخها
- استخدامها
- لونها
- كثافتها
- درجة الانصهار
- درجة حرارة الانفجار
- الطاقة الناتجة عن الانفجار
- الحرارة الناتجة عن الانفجار
- الغاز الناتج عن الانفجار
- سرعتها الانفجارية
- قوتها بالمقارنة مع TNT
- دراسة المادة
- الحساسية
- الثبات الكيميائي
- الذائبية
- مقاومة الحرارة والبرودة
- تأثير الضوء واشعة الشمس
- التفاعل مع المعادن
- التبخر
- النقل والتخزين
- السمية
- معادلة الانفجار
- ميزان الاوكسجين
- المواد الداخلة في تحضيرها
- تخريبها او انحلالها
- خلانطها مع المواد

أزيد الرصاص Lead Azide

* الرمز الكيميائي Molecular Formula: $Pb(N_3)_2$

* الوزن الجزيئي Molecular Weight: 291.24 g/mol

* التركيب الكيميائي Chemical Structure:



* تعريفها والأسماء الأخرى: هي مادة متفجرة غير عضوية، وهي أفدر على الصعق من الفلمينات لذلك إذا استخدمت في الصواعق تكون بكميات أقل من الفلمينات، أقل كمية من الفلمينات تصعق TNT هي ٠,٢٤٠ جرام أما الأزيد فيمكن استخدام ٠,١٦٠ جرام، ليس له أسماء أخرى مشهورة مثل أزيد الرصاص.

* تاريخها History: أول مرة تم تحضير أزيد الرصاص وأزيد الفضة وأزيد الزئبق كان عام ١٨٩٣م في برلين، لكن حدث الكثير من الانفجارات مما أخرج استخدام الأزيد، عام ١٩٠٩ تم استخدام الأزيد في صناعة الكبسولات وفي عام ١٩١٤م تم استخدامه في صناعة الصواعق في ألمانيا بعدما تم خلطه مع الديكسترين التي تخفف من حساسيته.

* استخدامها Uses: تستخدم كمادة بادئة في الصواعق والكبسولات، وهي تعد من أهم المواد المتفجرة الأولية لأنها الأكثر استخداماً في العالم.

* لونها Color: بلورات أزيد الرصاص بيضاء اللون.

* كثافتها Density: (4.71) جم/سم^٣.

* درجة انصهارها Melting Point: ٣٥٠ درجة مئوية وعندها ينفجر.

* درجة حرارة بدء الانفجار Explosion Point Or Limit: هي نفس درجة انصهاره ٣٥٠، ويمكن خفضها إلى ٣٣٦ م بإضافة محلول خلات الرصاص.

* الطاقة الناتجة من الانفجار Heat Of Explosion: 391 kcal/kg.

* الحرارة الناتجة من الانفجار Temperature Of Explosion: ٣٧٢٠ درجة مئوية.

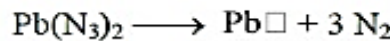
* الغاز الناتج من الانفجار Volume Of Explosion Gases: ٢٣١ لتر/ كيلو جرام.

* سرعتها الانفجارية Detonation Velocity: ٥٣٠٠ م/ث وهي السرعة القصوى.

- * قوة الانفجار Power: قوتها ٠,٣٧ بالمقارنة مع TNT.
- * شراسة المادة Brisance: ٠,٤ بالمقارنة مع شراسة TNT.
- * الحساسية Sensitivity: أقل حساسية للاحتكاك والصدمة والحرارة من الفلمنات لكن عند وضع أحجار رملية أو زجاج مطحون مع الأزبد تكون حساسيته للصدم أكبر من الفلمنات والجزيئات الكبيرة أكثر حساسية.
- * القطر الحرج Critical Diameter: تتفجر ولو كانت غبار.
- * الثبات الكيميائي Stability: تعتبر مادة مستقرة أكثر من الفلمنات نظراً لعدم امتصاص الرطوبة وتحملها لدرجات الحرارة العالية.
- * الذائبية Solubility: عديم الذوبان في الماء البارد ويزوب في الماء المغلي بنسبة بسيطة ٠,٥ غم/ لتر ويزوب في خلات الأمونيوم وولات الصوديوم وليس جذوياً للرطوبة ويشتعل مدوياً حتى ولو كان فيه ٥٠% من الماء وإذا أصبح أكثر رطوبة غداً أقل حساسية بكثير من الفلمنات ولذلك عند تخزينه بكميات كبيرة يحفظ تحت الماء أو في أنية مصنوعة من معدني الألمنيوم أو الزنك وفي درجة حرارة ما بين ٥-25م.
- * مقاومة الحرارة والبرودة Freeze And Heat Resistance: هي مادة مقاومة للحرارة ولذلك تعتبر من المتفجرات المقاومة للحرارة والتي تستخدم استخدامات خاصة مثل سفن الفضاء.
- * تأثير الضوء وأشعة الشمس Sun Light Exposure: يتأثر أزيد الرصاص بالضوء فيترسب الرصاص على بلوراته فيتغير لونها من الأبيض إلى الرمادي الذي تختلف شدته باختلاف مدة تعرضه للضوء ومدى شدته وإذا تعرض الأزيد إلى أشعة الشمس أو أشعة الضوء ما فوق البنفسجي تعرضاً طويلاً جداً فإن ذلك يؤدي إلى انفجاره.
- * التفاعل مع المعادن Reaction With Metal: تصنع صواعقه من الألمنيوم أو الزنك لأنه لا يتفاعل معهما.
- * التبخر Volatility: قليلة التبخر في الهواء نظراً لكثافتها العالية وارتفاع درجة انصهارها أو انفجارها.
- * النقل والتخزين Transport and Storage: تنقل وتخزن وهي تحت الماء في أواني زجاجية أو بلاستيكية مغلقة وعند استخدامها فقط يتم تبخير الماء عنها في إناء مسطح بلاستيكي في جو الغرفة وبدون تعرضها للضوء.
- * السمية Toxicity: التعرض المستمر له يسبب تهيج حاد في العيون وتهيج في الجهاز التنفسي، لكن ابتلاعها قد يسبب القتل، الأعراض الرئيسية للتسمم بأزيد الرصاص انخفاض ضغط الدم وفقر الدم واضطرابات النوم، والتعب والشلل.



* معادلة انفجارها Explosion Equation:



* ميزان الأكسجين Oxygen Balance: لا يحتوي في تركيبه على ذرة الأكسجين.

- * المواد التي تدخل في تحضيرها: أزيد الصوديوم ونترات الرصاص على هيئة محلول.
- * خلطاتها: يمكن خلطه مع مادة الدكسترين النشوية Dextrin، وعند خلطه بمادة بمحلول ٠,٥% ستيرات الكالسيوم Calcium Stearate يحدث انفجار مباشرة.
- * انحلالها أو تخريبها: يمكن تخريبه بغسل الأشياء المحتوية عليه في محلول مركز من خلات الصوديوم أو خلات الأمونيوم.

بروكسيد الأسيتون Acetone Peroxide

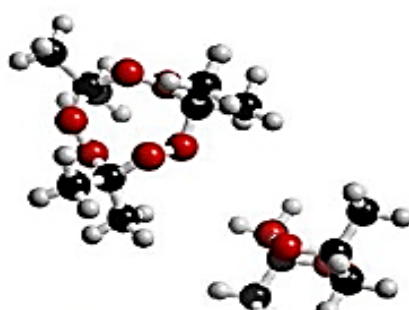
* الرمز الكيميائي Molecular Formula: $C_9H_{18}O_6$ (Trimer) أو $C_6H_{12}O_4$ (Dimer).

* الوزن الجزيئي Molecular Weight:

222.24 g/mol (Trimer) -

148.157g/mol (Dimer) -

* التركيب الكيميائي Chemical Structure:



* تعريفها والأسماء الأخرى: هي مادة متفجرة حساسة عضوية وتسمى أيضاً Triacetone Triperoxide (TATP).
أو تري سيكلو أسيتون بيروكسيد Tricycloacetone Peroxide ويطلق عليها المجاهدون في غزة والصفة الغريبة أم العبد أما في ساحات جهادية أخرى تسمى أم الشيطان، يمكن أن تنفجر بواسطة الاحتكاك والصدم والحرارة أو نقطة صغيرة من حمض الكبريتيك، لا تحتوي في تركيبها على ذرة النيتروجين.

* تاريخها History: تم اكتشافها على يد الألماني الكيميائي ريتشارد Richard عام ١٨٩٥م.

* استخدامها Uses: لا تستخدم إلا كمادة بادئة في الصواعق (إذا لم يتوفر غيرها) نظراً لسهولة الحصول على المواد الأولية اللازمة لتصنيعها ولرخص هذه المواد.

* لونها Color: عبارة عن بلورات بيضاء اللون.

* كثافتها Density: 1.22 g/cm.

* درجة انصهارها Melting Point: 91 °C, 364 K, 196 °F.

* درجة غليانها Boiling Point: 97-130 °C.

* درجة حرارة بدء الانفجار Explosion Point or Limit: 130 °C.

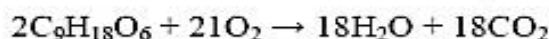
- * الطاقة الصاعدة من الانفجار **Heat Of Explosion**: 346 kcal/kg.
- * الحرارة الناتجة من الانفجار **Temperature Of Explosion**: ١٧٢٥ درجة مئوية.
- * الغاز الناتج من الانفجار **Volume Of Explosion Gases**: ٢٥١ لتر / كيلو جرام.
- * سرعتها الانفجارية **Detonation Velocity**:
 - 3750m/s at 0.92 g/cm
 - 5300m/s at 1.22 g/cm
- * قوة الانفجار **Power**: ٠,٣٣ بالمقارنة مع قوة TNT.
- * شراسة المادة **Brisance**: ٠,٦ بالمقارنة مع شراسة TNT.
- * الحساسية **Sensitivity**: هي أكثر حساسية من أزيد الرصاص وفلمنات الزئبق، وهي أكثر حساسية من النيتروجليسرين بعشرة أضعاف ولذلك هي أكثر مادة حساسة للحرارة عرفت البشرية.
- * القطر الحرج **Critical Diameter**: تتفجر ولو كانت غبار.
- * الثبات الكيميائي **Stability**: المركب الكيميائي غير مستقر لأن بلوراته كبيرة الحجم لذلك يمكن أن تتفجر بأقل محرض ولذلك لا ينصح بتأناً باستخدامها، الجزيء الثلاثي مستقر أكثر من الجزيء الثنائي.
- * الذائبية **Solubility**: لا تذوب في الماء لكنها تذوب في الأسيتون.



- * مقاومة الحرارة والبرودة **Freeze And Heat Resistance**: حساسة جداً للحرارة.
- * التفاعل مع المعادن **Reaction With Metal**: لا تتفاعل مع المعادن.
- * التبخر **Volatility**: قابلة للتطاير في درجة حرارة الغرفة العادية والتحول إلى غاز لذلك تحفظ تحت الماء في أوعية بلاستيكية محكمة الإغلاق حيث وجد أنها تفقد نصف وزنها بعد مرور 10 أيام من تعرضها للهواء الجوي وهذا عيب كبير بالإضافة إلى حساسيتها المفرطة.
- * النقل والتخزين **Transport and Storage**: تخزن وتقل باستمرار تحت الماء البارد بدرجة حرارة لا تزيد بأي حال من الأحوال عن ١٠ درجات مئوية، مع العلم عند استخدامها فقط يتم تبخير الماء عنها ببطء حتى لا يتم رفع درجة الحرارة.
- * السمية **Toxicity**: لا يوجد دراسات تؤكد سمية بيروكسيد الأسيتون.



* معادلة انفجارها Explosion Equation:



* ميزان الأكسجين Oxygen Balance: فقيرة جداً حيث يبلغ نقص الأكسجين فيها ١٥١%.

* المواد التي تدخل في تحضيرها: بيروكسيد الهيدروجين Hydrogen Peroxide والأسيتون Acetone، ويمكن تحضيره بطريقة ثانية وعندها يدخل في تحضيره حمض الهيدروكلوريك Hydrochloric Acid بتركيز ٣٠% وبيروكسيد الهيدروجين Hydrogen Peroxide، المادة المحضرة بالطريقة الثانية أكثر استقراراً.

* خلطاتها: يمكن خلطها مع نترات الأمونيوم كالتالي:

٩٠% نترات أمونيوم + ١٠% بيروكسيد الأسيتون.

٧٥% نترات أمونيوم + ٢٥% بيروكسيد الأسيتون.

كذلك يمكن خلطها مع حمض البكريك TNT, RDX, Picric Acid والتيترايل، بنسبة ٤٠% من أي مادة من المواد السابقة و ٦٠% من مادة بيروكسيد الأسيتون.

بروكسيد الهكسامين

- **الرمز الكيميائي:** $C_6H_{12}O_6N_2$
- عبارة عن بلورات بيضاء كثافتها ١,٥٧، ا جرام / سم^٣
- لا تذوب في الماء ولا في معظم المذيبات العضوية وتحفظ في غرفة باردة وجافة في درجة الحرارة العادية .
- تتبخر عند درجة ٤٠ فما فوق وبهذا هو أفضل من بروكسيد الأسيتون كما انه يبدأ بالتحلل عند درجة ٧٥ م يتحلل كلياً بعد مرور ٢٤ ساعة من التسخين وعند غليانه في الماء يتحلل مطلقاً غاز الأكسجين
- **سرعتها الانفجارية:** ٤٥١٠ م / ث
- تنفجر عند درجة ٢٠٠ مئوية وهو أقل حساسية للصدم من الفلمينات واشد قوة منها .
- هي الأفضل عملياً لصناعة الصواعق.

أسماء وخصائص المتفجرات المنشطة أو المضخمة

هي مواد متفجرة لها سرعة انفجارية عالية وقوة تدميرية عالية وحساسيتها متوسطة، لذا فهي تستخدم كمنشط لتضخيم الموجة الانفجارية من المتفجرات الأولية إلى المتفجرات الثانوية الأقل حساسية لذا فهي تسمى بوستر Booster، ومن أمثلة هذه المواد:

- حمض البكريك Picric Acid.
- أوكتا نيترو كييان Octanitrocubane.
- التيترايل Tetryl.
- هيبثا نيترو كييان Heptanitrocubane (HNC).
- الهيكسوجين (RDX).
- هيكسا نيترو بينزين Hexanitrobenzene (HNB).
- الأوكتوجين (H.M.X).
- إريثريتول تيترا نيتريت Erythritol Tetranitrate.
- (HNIW) CL-20.
- هيكسا نيترو إيثان Hexanitroethane.
- البيتان PETN.
- HBT (explosive).



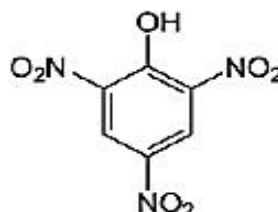
بوستر من خلطة البنتولايت يوضع في المواد المتفجرة

حمض البكريك Picric Acid

* الرمز الكيميائي Molecular Formula: $C_6H_2OH(NO_2)_3$ أو $C_6H_3N_3O_7$.

* الوزن الجزيئي Molecular Weight: 229.10 g/mol.

* التركيب الكيميائي Chemical Structure:



* تعريفها والأسماء الأخرى: هو مادة متفجرة عضوية، وتسمى (2,4,6-Trinitrophenol (TNP) ويسمى حمض المر لأن طعمه مر وأصل تسميته بحمض المر من كلمة إغريقية، وله اسم فرنسي Melinite D، وله اسم بريطاني Lyddite وله اسم ألماني Perlit.

* تاريخها History: ففي عام ١٨٧٣ نجح الألماني الكيميائي هيرمان سبرينغل Hermann Sprengel في تفجير حمض البكريك أو ثالث نيتروفينول (TNP) Picric Acid or Tri Nitro Phenol مع العلم كان حمض البكريك يستخدم من قبل كمادة ملونة صفراء لصبغ الصوف والحبر، ولم يستخدم حمض البكريك في الاستخدامات العسكرية إلا عام ١٨٩٤م على يد روسيا.

* استخدامها Uses: يستخدم في تعبئة القذائف العسكرية Shells ويستخدم في الأمور المدنية مثل تحضير أملاح البكرات ويستخدم في الصباغة وخصوصاً صباغة الجلود والملابس، ويستخدم في الصيدليات كمطهر وفي علاج الحروق والمalaria وجذري الجلد وبعض الأمراض الجلدية الأخرى، يستخدم بتركيز ٠.٤% في صناعة دواء ضد حمى التيفود ويدخل في صناعة المراهم الجلدية المضادة للحروق.

* لونها Color: بلوراته صفراء اللون.

* كثافتها Density: 1.763 g/cm³ عندما يكون مصبوب صب.

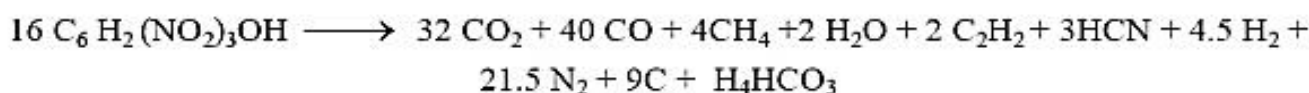


- * درجة انصهارها **Melting Point**: 122.5°C .
- * درجة غليانها **Boiling Point**: تقريباً 300°C وعندها ينفجر.
- * درجة حرارة بدء الانفجار **Explosion Point or Limit**: عند نقائه 300 درجة مئوية، وعند إضافة الكبريت تنخفض درجة انفجاره (يصبح أشد حساسية).
- * الطاقة الناتجة من الانفجار **Heat Of Explosion**: تساوي 822 kcal/kg .
- * الحرارة الناتجة من الانفجار **Temperature Of Explosion**: 2439 درجة مئوية.
- * الغاز الناتج من الانفجار **Volume Of Explosion Gases**: 826 لتر / كيلو جرام.
- * سرعتها الانفجارية **Detonation Velocity**: $7,350$ متر/ثانية عند كثافة الصب.
- * قوة الانفجار **Power**: 1.19 بالمقارنة مع قوة TNT.
- * شراسة المادة **Brisance**: 1.01 بالمقارنة مع شراسة TNT.
- * الحساسية **Sensitivity**: أعلى حساسية للصدم والاحتكاك والحرارة والانشطار من التترايل وينفجر بتأثير طلقة نارية.
- * القطر الحرج **Critical Diameter**: 6 ملم.
- * الثبات الكيميائي **Stability**: احتياطات السلامة الحديثة تفضل تخزين حمض البكريك في حالة رطبة لأن الحمض نسبياً حساس للصدمة والاحتكاك.
- * الذائبية **Solubility**: عديمة الذوبان في الماء البارد وتزداد الذائبية كلما زادت درجة الحرارة حيث يذوب 14 جرام/لتر ماء ساخن، ويزوب كذلك في المذيبات العضوية وأكثرها إذابة له الأسيتون ثم الكحول الإيثيلي ثم الكحول الميثيلي.
- * مقاومة الحرارة والبرودة **Freeze And Heat Resistance**: مقاومته للحرارة معتدلة لكن لا يفضل استخدامه في الأعمال التي فيها حرارة عالية.
- * تأثير الضوء وأشعة الشمس **Sun Light Exposure**: إذا تعرض للضوء أو أشعة الشمس لمدة عدة شهور لا يحدث له تغيير.
- * التفاعل مع المعادن **Reaction With Metal**: القذائف التي عبات بحمض البكريك أصبحت غير مستقرة لأن حمض البكريك قوي ويتفاعل مع المعادن ويكون بكراتها وأخطرها بكرات الرصاص والتي تستخدم في الصواعق كمادة بادئة لأنها حساسة.
- * التبخر **Volatility**: يعتبر مادة خطيرة لأنه متطاير حتى في درجة حرارة الغرفة.
- * النقل والتخزين **Transport and Storage**: يتم نقله وتخزينه في صناديق من الخشب أو الزجاج والتصدير ويمكن تخزينه في أحواض أسمنتية أو حجرية أو طوبية، وذلك لأن حمض البكريك يتفاعل مع معظم المعادن ما عدا الزنك وينتج بكراتها الشديدة الحساسية كما تستخدم ببكرات الرصاص كمادة محرصة في الصواعق، يمكن صهر وصب حمض البكريك في قالب.

* **السمية Toxicity:** يعتبر من المواد السامة شديدة السمية، عند أخذ جرعة من ١-٢ جرام عن طريق الفم تعتبر قاتلة، وطعمه مر جداً لذلك يسمى أحياناً بحمض المر وعند لمسه أو استنشاق الأبخرة المتصاعدة منه عند تحضيره بكمية كبيرة يحدث اصفرار في الجلد والأسنان مع ارتخاء العضلات وفقدان السيطرة على الاتزان مع الأم في الرأس وارتفاع في درجة الحرارة لذلك يجب الاحتياط عند تحضيره أو التعامل معه مثل لبس الملابس الواقية والقفازات وغسل الأيدي والوجه والمضمضة قبل الأكل جيداً.



* معادلة انفجارها **Explosion Equation:**



* **ميزان الأكسجين Oxygen Balance:** عنده نقص في الأكسجين يقدر ب ٤٥,٤ %.

* **المواد التي تدخل في تحضيرها:** يدخل في تحضيره الفينول Phenol وحمض النيتريك المركز ٧٠ % وحمض الكبريتيك المركز ٩٨ %، كل ٢٥ جرام فينول تعطي ٤٠ جرام حمض بكريك.

* **خلطاتها:** يمكن خلط حمض البكريك مع ١٠ % شمع و ٥٠ % فازلين مع تسخين يضمن تجانس المواد مع بعضها البعض، لكن ضروري لبس قفازات اليد أثناء الخلط، الخليط المتكون يكون بلاستيكي بين درجة حرارة ٠ - ٤٠ درجة مئوية، مع سرعة انفجارية ٧٠٠٠ متر/ ثانية. كذلك يمكن خلط حمض البكريك ب TNT وعندها يسمى الخليط MAT (خليط فرنسي).

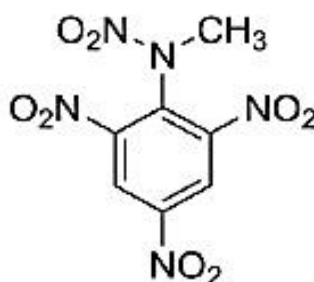
التيترايل Tetryl

* الرمز الكيميائي Molecular Formula: $(C_7H_5N_5O_8)$.

التيترايل يشبه TNT من حيث التركيب، والفرق بينهما توجد ذرة نيتروجين ومجموعة نيترايت زيادة في التيترايل.

* الوزن الجزيئي Molecular Weight: 287.15 g/mol.

* التركيب الكيميائي Chemical Structure:

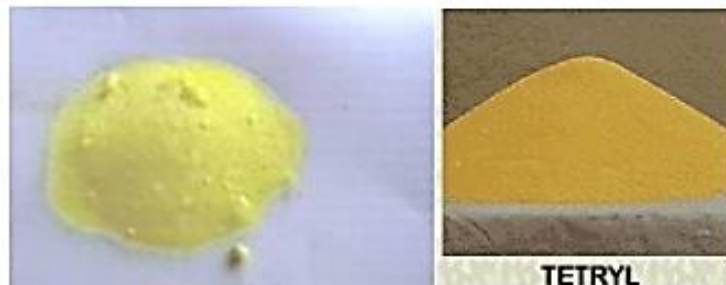


* تعريفها والأسماء الأخرى: التيترايل مادة متفجرة نصف حساسة أو مادة متفجرة ثانوية حساسة، وحالياً لا تصنع في الولايات المتحدة وتوجد فقط الألغام المضادة للأفراد القديمة مثل M14 Anti-Personnel Landmine ولمادة التيترايل أسماء عديدة: منها ٢، ٤، ٦ تري نيترو فينيل ميثيل نيترامين 2,4,6-Trinitrophenyl-Methylnitramine ونيترامين Nitramine وبيرونيت Pyronite وبالألماني تسمى تيترايت Tetralite وبالروسي تسمى تيترايل Tetryl وفي إنجلترا باسم (Composition Exploding)، وتعتبر مادة من مشتقات البنزين.

* تاريخها History: تم تصنيعها أول مرة عام ١٨٧٧م لكن أول استخدام لها كان في الحرب العالمية الأولى.

* استخدامها Uses: تستخدم في قذائف RPG الروسية وفي الألغام المضادة للأفراد، وفي الصواعق وكبوسر في الذخائر.

* لونها Color: بلورات صلبة صفراء اللون مائلة للون البرتقالي ليس لها رائحة مميزة.



* كثافتها Density: 1.73 g/cm^3 .

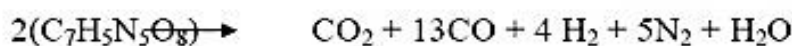
* درجة انصهارها Melting Point: 129.5°C , 403 K , 265°F .

* درجة الغليان Boiling Point: ينكسر عند درجة مئوية 187°C .

- * درجة حرارة بدء الانفجار **Explosion Point Or Limit**: ١٨٧ م.
- * الطاقة الناتجة من الانفجار **Heat Of Explosion**: 1140 kcal.
- * الحرارة الناتجة من الانفجار **Temperature Of Explosion**: ٢٩١١ درجة مئوية.
- * الغاز الناتج من الانفجار **Volume Of Explosion Gases**: ٨٦١ لتر / كيلو جرام.
- * سرعتها الانفجارية **Detonation Velocity**: ٧٢١٠-٧٧٠٠ م/ث.
- * قوة الانفجار **Power**: ١,٣٧ بالمقارنة مع قوة TNT.
- * شراسة المادة **Brisance**: ١,٢٣ بالمقارنة مع قوة TNT.
- * الحساسية **Sensitivity**: حساسة للصدمة والاحتكاك وإطلاق النار.
- * القطر الحرج **Critical Diameter**: ١٣ ملم.
- * الثبات الكيميائي **Stability**: لا يتحلل في درجة حرارة الغرفة ولمدة عدة سنوات ولا يتفاعل مع المعادن ويبقى مستقر ولو ارتفعت درجة الحرارة قليلاً، لكن ملامسة مادة التيترايل مع المواد المؤكسدة مثل الهيدرازين Hydrazine وثلاثي أكسجين ثنائي فلوريد Trioxxygen Difluoride تسبب حريق ومن ثم انفجار مباشر.
- * الذائبية **Solubility**: إلى حد ما لا تذوب في الماء لكنها تنوب في الأستون والبنزين الساخن.
- * مقاومة الحرارة والبرودة **Freeze And Heat Resistance**: مقاومتها للحرارة معتدلة لكن لا يفضل استخدامها في الأعمال التي فيها حرارة عالية.
- * تأثير الضوء وأشعة الشمس **Sun Light Exposure**: أشعة الشمس تعمل على تكسير مادة التيترايل.
- * التفاعل مع المعادن **Reaction With Metal**: لا تتفاعل مع المعادن.
- * التبخر **Volatility**: ممكن أن يتبخر في درجة حرارة الغرفة على هيئة غبار سام.
- * النقل والتخزين **Transport and Storage**: يمكن تخزينها في حاويات خشبية أو بلاستيكية أو حتى معدنية لأنها لا تتفاعل مع المعادن.
- * السمية **Toxicity**: يعتبر من المواد السامة وكذلك أبخرته لذلك يسبب سعالاً وصداً في الرأس وفقد الشهية وتقيأ ونزيف في الأنف، يعتبر غبار التيترايل سام إذا زاد معدل البخر عن ١,٥ مل جرام/متر مكعب.



* معادلة انفجارها **Explosion Equation**:



* ميزان الأكسجين **Oxygen Balance**: يوجد نقص في الأكسجين يقدر ب ٤٧,٤ %.

- * المواد التي تدخل في تحضيرها: حمض النيتريك المركز Nitric Acid وحمض الكبريتيك Sulfuric Acid المركز ومادة دي ميثيل أنيلين Dimethylaniline ويمكن تحضيرها بطريقة ثانية تستخدم فيها المواد التالية البنزين Benzene وحمض الهيدروكلوريك Hydrochloric Acid وكحول الميثيل Methyl Alcohol وحمض النيتريك Nitric Acid.
- * خلطاتها: يمكن خلطه مع TNT بالنسب التالية:
- ٧٠% نيترايل + ٣٠% TNT ويسمى الخليط حينها تيتريتول Tetrytol، كذلك يمكن خلط النيترايل مع نترات الأمونيوم Ammonium Nitrate وحينها يسمى الخليط Fortex.
- * انحلالها أو تخريبها: إذا أردنا إفسادها فيمكن أن نضيف إليها مادة كبريتات الصوديوم Na_2SO_4 بتركيز ١٣% أو في خليط ماء مع ميثيل الكحول مع التسخين.

الهكسوجين RDX

• الرمز الكيميائي Molecular Formula: $C_3H_6N_6O_6$

• الوزن الجزيئي Molecular Weight: 222.12 g mol

• التركيب الكيميائي Chemical Structure:



• تعريفها والأسماء الأخرى: تعتبر من أشهر المواد المتفجرة النصف حساسة، وهي المادة الثانية الأكثر استخداماً وشهرة بعد TNT في معظم دول العالم، وهي مادة آمنة وغير مكلفة وتصنع منها الولايات المتحدة كميات ضخمة كل عام وصنع منه أول مادة متفجرة بلاستيكية، ولها عدة أسماء، بداية اسم RDX هو اسم بريطاني وهو اختصار إلى (متفجرات التدمير الضخمة (Royal Demolition eXplosive) أو اختصار (قسم أبحاث المتفجرات Research Department eXplosive) والاسم العلمي للمادة سيكون تري ميثيلين تري نيترامين Cyclo Trimethylene Tri Nitramine أو 5,3,1 - تري نيترو - 5,3,1 - تري أزين 1,3,5-trinitro-1,3,5-triazine، أما الاسم الألماني هو الهكسوجين Hexogen أما الاسم الأمريكي للمادة هو السيكلونيت Cyclonite، وتسمى أيضاً نترات الهكسامين Hexamine Nitrate وكذلك T_4 .

• تاريخها History: تم اكتشاف مادة السيكلونيت على يد الألماني جورج فريدرش عام ١٨٩٨م لكنها لم تستخدم إلا في الحرب العالمية الثانية ومن الطرفين ولكن في الغالب على هيئة خليط مع TNT مثل الخليط المتفجرة: تروبكس Torpex ومركب ب Composition B وسيكلوتول Cyclotols وCH-6، وسبب استخدامه بكميات كبيرة أنه لا يحتاج إلى المواد البترولية مثل البنزين في المواد الخام لتحضيره.

• استخدامها Uses: تستخدم في رؤوس الصواريخ المضادة للدروع وكبوتر في معظم الذخائر وفي الصواعق، وفي حشوة قذائف RPG الصينية وفي الطوربيدات البحرية ويستخدم في سفن الفضاء، ويستخدم بكميات صغيرة في الألعاب النارية، واستخدم كسم للفئران.

• لونها Color: بلورات بيضاء اللون.



• كثافتها Density: حوالي 1.8 g/cm^3 .

• درجة انصهارها Melting Point: 205.5°C , 479 K , 402°F .

• درجة الغليان Boiling Point: 234°C , 507 K , 453°F .

- * درجة حرارة بدء الانفجار **Explosion Point Or LIMIT**: ٢٩٩° درجة مئوية.
- * الطاقة الناتجة من الانفجار **Heat Of Explosion**: 1510 kcal/kg.
- * الحرارة الناتجة من الانفجار **Temperature Of Explosion**: ٣٣٨٠ درجة مئوية.
- * الغاز الناتج من الانفجار **Volume Of Explosion Gases**: ٩٠٣ لتر / كيلوجرام.
- * سرعتها الانفجارية **Detonation Velocity**: ٨٧٥٠ م/ث.
- * قوة الانفجار **Power**: ١.٦٩ بالمقارنة مع قوة TNT.
- * شراسة المادة **Brisance**: ١.٢٥ بالمقارنة مع شراسة TNT.
- * الحساسية **Sensitivity**: وهي أقل حساسية من مادة PETN.
- * القطر الحرج **Critical Diameter**: ٣ ملم.

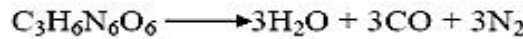
RDX/Wax percent	Density grams per cubic centimeter	Critical diameter
95/5	1.05	$4.0 < d_c < 5.0$
90/10	1.10	$4.0 < d_c < 5.0$
80/20	1.25	$3.8 < d_c < 5.0$
72/82	1.39	$3.8 < d_c < 5.0$

- * الثبات الكيميائي **Stability**: له قوة ثبات عالية تجعله من أفضل المنشطات.
- * الذائبية **Solubility**: عديم الذوبان في الماء، ويذوب بسرعة في البنزين الساخن والأسيتون الساخن.
- * مقاومة الحرارة والبرودة **Freeze And Heat Resistance**: مقاومته للحرارة عالية، حيث أنه يعتبر من المواد المتفجرة المقاومة للحرارة والتي تستخدم لاستخدامات خاصة.
- * تأثير الضوء وأشعة الشمس **Sun Light Exposure**: لا يؤثر الضوء عليه لكن الأشعة فوق البنفسجية قد تغير من لونه فقط من اللون الأبيض إلى اللون الأصفر الباهت.
- * التفاعل مع المعادن **Reaction With Metal**: لا تتفاعل مع المعادن.
- * التبخر **Volatility**: قليل التبخر.
- * النقل والتخزين **Transport and Storage**: يمكن تخزينها في حاويات خشبية أو بلاستيكية أو حتى معدنية لأنها لا تتفاعل مع المعادن.

* **السمية Toxicity:** وجد أن سميتها محدودة نظراً لصعوبة ذوبانه في الدم لكن استنشاق الغبار الناتج عنه ضار جداً وقد يسبب صدمة دموية تسبب توقف التنفس والدورة الدموية وقد ينتج عنها وباء درني وقد يسبب العقم، وقد يسبب السرطان من الدرجة الثالثة، والجرعة القاتلة منه ٢٠ ملغم/ كيلو جرام وزن.



* معادلة انفجارها **Explosion Equation:**



* **ميزان الأكسجين Oxygen Balance:** يوجد نقص في الأكسجين ويقدر ب ٢١.٦%.

* **المواد التي تدخل في تحضيرها:** حمض النيتريك Nitric Acid ٩٩% وحمض الكبريتيك Sulfuric Acid ٩٩% ومادة الهيكسامين Hexamine ونترات الأمونيوم Ammonium Nitrate وحمض الخليك الثلجي Glacial Acetic Acid وحمض الخليك اللامائي Acetic Anhydride.

* **خلطاتها:** يصنع منه العديد من الخلطات المتفجرة:

١- **متفجر مركب A Composition A:** والذي يتكون من RDX والشمع البلاستيكي Plasticizing Wax ويتم خلطهم وهم في حالة انصهار، مركب أ-5 **Composition A-5:** يحتوي على RDX ٩٨.٥% وحمض الستريك Stearic Acid 1.5%.

٢- **متفجر مركب B Composition B:** والذي يتكون من RDX و TNT، وقوته ١,٣ بالمقارنة مع TNT. مع العلم يوجد الكثير من خلطاته حسب النسب فإذا كانت النسبة ٥٠/٥٠ يسمى B10، أما إذا أطلق اسم مركب B Composition فقط فيقصد فيه ٦٠% RDX و ٤٠% TNT.

٣- **متفجر مركب سي Composition C:** والذي يتكون من RDX ولدائن مثل شمع البرافين ومواد زيتية أخرى، متفجر مركب C4: يحتوي على 91% RDX و ٩% لدائن بلاستيكية زيتية، C3 قوتها ١,١٧ بالمقارنة مع TNT.

٤- **متفجر Torpex:** والذي يتكون من ٤١% RDX و ٤١% TNT و ١٨% بودرة ألومنيوم Aluminum Powder، وسرعة انفجاره ٧٦٠٠ م/ث، واستخدم هذا الخليط في القنابل النووية.



٥- متفجر CH-6: حيث يحتوي على ٩٧,٥ % RDX وستيرات الكالسيوم Calcium Stearate 1.5 % وبولي أيزو بينيلين Polyisobutylene 0.5 % وجرافيت Graphite 0.5 %، لون هذه الخلطة رمادية وتتميز بأنها أقل سمية وأكثر استقرارية.

٦- الديناميت العسكري Military Dynamite: والذي يتكون من 75 % RDX و 15 % TNT و ٥ % Starch، زيت Oil ٤ %، زيت جيل فيستانيكس Vistanex Oil Gel ١ %).

المواد المتفجرة البلاستيكية التي تعتمد على RDX تستخدم في صناعة القنابل النووية.

ملاحظة: يمكننا الحصول على بلورات الـ (RDX) من المتفجرات العجينة C3, C4.

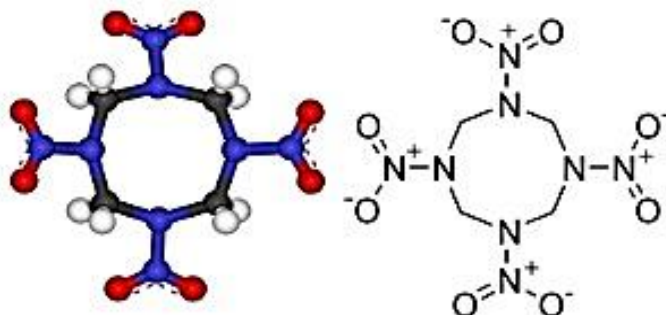
* انحلالها أو تخريبها: إذا تم التخلص من مادة RDX في التربة بدون تفجير، يتم وصولها إلى المياه الجوفية وخصوصاً في التربة الرملية.

الأوكتوجين (H.M.X)

• الرمز الكيميائي Molecular Formula: $C_4H_8N_8O_8$.

• الوزن الجزيئي Molecular Weight: 296.155 g/mol.

• التركيب الكيميائي Chemical Structure:



• تعريفها والأسماء الأخرى: هي مادة متفجرة نصف حساسة أقوى من RDX واسمها (HMX) هو اختصار إلى متفجرات عالية الانصهار High Melting Explosive، أو هو اختصار متفجرات عسكرية عالية السرعة High-velocity Military explosive، ولها اسم أوكتوجين Octogen، والاسم العلمي لها سيكلو تيترا ميثيلين - نيترا مين Cyclotetramethylene-tetranitramine، بسبب الوزن الجزيئي العالي لها تعتبر مع HNIW و ONC من أقوى المواد المتفجرة الكيميائية المعروفة، وتحضيرها معقد وهذا بطبيعته حد من تصنيعها.

• تاريخها History: أول مرة تم تحضير مادة HMX كان عام ١٩٣٠م، وفي عام ١٩٤٩ تم اكتشاف طريقة ثانية لتحضير HMX من مادة RDX من خلال إذابة RDX في حمض النيتريك ٥٥% ثم وضعها في حمام بخار لمدة ٦ ساعات.

• استخدامها Uses: تستعمل في صنع الصواعق وحشو الذخائر وأعمال التفجير، وتستخدم في المتفجرات البلاستيكية وتستخدم كوقود دافع صلب للصواريخ وفي القنابل النووية على هيئة متفجرات بلاستيكية وفي رؤوس الصواريخ الموجهة الخارقة للدروع.

• لونها Color: بلوري الشكل، لونه أبيض

• كثافتها Density: 1.91 g/cm^3 .

• درجة انصهارها Melting Point: $275^\circ\text{C} = 527^\circ\text{F}$



- * درجة حرارة بدء الانفجار **Explosion Point Or Limit**: 335 °C.
- * الطاقة الناتجة من الانفجار **Heat Of Explosion**: 1480 kcal/kg.
- * الحرارة الناتجة من الانفجار **Temperature Of Explosion**: 3870 درجة مئوية.
- * الغاز الناتج من الانفجار **Volume Of Explosion Gases**: 902 لتر/كيلو جرام.
- * سرعتها الانفجارية **Detonation Velocity**: سرعة انفجارها 9100 م/ث.
- * قوة الانفجار **Power**: قوتها 1.6 بالمقارنة مع TNT.
- * شراسة المادة **Brisance**: 1.35 بالمقارنة مع شراسة TNT.
- * الحساسية **Sensitivity**: أكثر حساسية من RDX.
- * القطر الحرج **Critical Diameter**: 3 ملم.

HMX/Wax, percent	Density grams per cubic centimeter	Critical diameters
90/10	1.10	6.0 < dc < 7.0
78/22	1.28	7.0 < dc < 8.0
70/30	1.42	8.0 < dc < 9.0

- * الثبات الكيميائي **Stability**: تعتبر مادة متفجرة مستقرة نتيجة عدم ذوبانها في الماء ولتحملها درجات حرارة عالية ولأنها لا تتفاعل مع المعادن.
- * الذائبية **Solubility**: لا يذوب في الماء والكحول والإيثر والتولوين، لكنه يذوب بشكل أفضل في الأسيتون وحامض النيتريك.
- * مقاومة الحرارة والبرودة **Freeze And Heat Resistance**: مقاومته للحرارة عالية، حيث أنه يعتبر من المواد المتفجرة المقاومة للحرارة والتي تستخدم لاستخدامات خاصة.
- * تأثير الضوء وأشعة الشمس **Sun Light Exposure**: أشعة الشمس تكسر معظم جزيئات HMX خلال أيام وأسابيع.
- * التفاعل مع المعادن **Reaction With Metal**: لا تتفاعل مع المعادن.
- * التبخر **Volatility**: يمكن أن يحدث لها بعض البخر إذا كانت كميتها قليلة وعلى هيئة بورد.
- * النقل والتخزين **Transport and Storage**: يمكن تخزينها في حاويات خشبية أو بلاستيكية أو حتى معدنية لأنها لا تتفاعل مع المعادن.
- * السمية **Toxicity**: هي مادة متفجرة سامة، يمكن أن يتم امتصاصها عن طريق الجلد، وإذا أخذت عن طريق الفم تضر الجهاز العصبي المركزي والكبد، أقل جرعة تؤثر على جسم الإنسان 100 مل جرام لكل كيلو وزن عن طريق الفم

و ١٦٥ مل جرام لكل كيلو وزن عن طريق الجلد، الأعراض الظاهرة من تسمم HMX، احمرار الجلد واحمرار العين وخمول وكسل وتشوش.



* معادلة انفجارها :Explosion Equation



* ميزان الأكسجين Oxygen Balance: نقص في الأكسجين يقدر ب ٢١,٦%.

* المواد التي تدخل في تحضيرها: يتم تحضيرها من المواد التالية حمض النيتريك Nitric Acid ٩٩% ومادة الهكسامين Hexamine والبارافورمالدهيد Paraformaldehyde وحمض الخليك اللامائي Acetic Anhydride ونترات الأمونيوم Ammonium Nitrate.

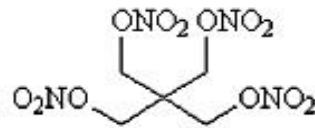
* خلطاتها: تخلط مع TNT وعندها يسمى الخليط أوكتول Octols، (HMX 70% + TNT 30%).

* الانحلال أو تخريبها: إذا تم التخلص من مادة HMX في التربة بدون تفجير، يتم وصولها إلى المياه الجوفية وخصوصاً في التربة الرملية.

البنتريت PETN



الصيغة البنائية له:

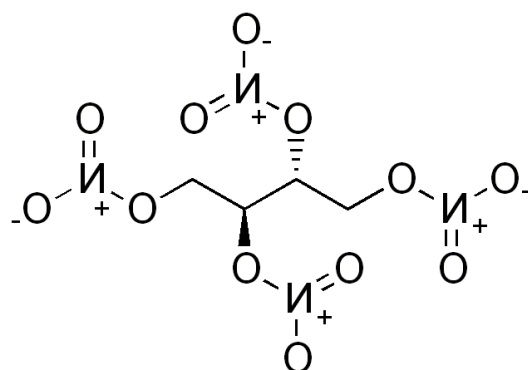


- عبارة عن بلورات أبيض.
- غير قابلة للذوبان في الماء وتذوب بصعوبة في الكحول الإيثيلي والأثير و البنزول و التولوين، لكنها سهلة الذوبان في الأسيتون.
- تستعمل بشكل أساسي في صنع الفتيل الصاعق والصواعق المتوسطة وكمحس للمواد المتفجرة المركزة على نترات الأمونيوم (الأمونيت).
- ويستعمل على شكل مزيج مع ال ت.ن.ت. لحشو الذخائر (البنتوليت).
- سرعة انفجارها 8400 م/ث.



متفجر الاريثريتول تترانيترات ETN

• الرمز الكيميائي $C_4H_6N_4O_{12}$



• الكتلة المولية 302.11 جم/مول⁻¹

• تعريفها والاسماء الاخرى

• تاريخها

• استخدامها مادة قاصمة

• لونها

بودرة بيضاء اللون عديم الرائحة



• كثافتها 1.6 غ/سم³

• درجة الانصهار 65 درجة

• درجة حرارة الانفجار

• الطاقة الناتجة عن الانفجار

• الحرارة الناتجة عن الانفجار

• الغاز الناتج عن الانفجار

• سرعتها الانفجارية 8100 م/ث

• قوتها بالمقارنة مع TNT 1.7

• شراسة المادة

• الحساسية

متوسطة واعلى حساسية من PETN وتفجر بصاعق محرض حساسية للصدم متوسطة وهي 2.0

نيوتن متر وللاحتكاك ايضا متوسطة

• الثبات الكيميائي

• الذائبية

يذوب هذا المركب في بعض المذيبات العضوية كالاسيتون والكيثونات حيث تستخدم هذه في العملية

اعادة البلورة لهذا المركب للحصول على مادة اكثر نقاء

- مقاومة الحرارة والبرودة
- تأثير الضوء واشعة الشمس
- التفاعل مع المعادن
- التبخر

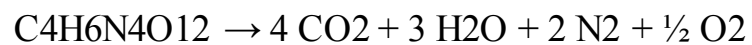
النقل والتخزين

تخزن في مكان جاف بعيدة عن الحرارة والضوء ETN عن وجود صلاحية طويلة جدا. وشهدت الدراسات التي راقبت البنية البلورية مباشرة عدم وجود أي علامات على التحلل بعد أربع سنوات من تخزين في درجة حرارة الغرفة

السمية



معادلة الانفجار



ميزان الاوكسجين

الميزان الاكسجيني لمركب موجب وهذا يعطي اكسدة كاملة لذرات الكربون والهيدروجين في مركبه يحتوي على وفرة في الاكسجين اكثر من PETN لان ميزانه الاكسجيني اكثر من مركب تيترا ايرثريتول بنتا نيتريت

• **المواد الداخلة في تحضيرها** ال ETN يصنع من خلال نترتة الايرثريتول من خلال اضافة حمض الكبريتيك المركز مع نترات

أشكال سكر الايرثريتول في الاسواق



تخريبها او انحلالها

تتحلل عند درجة حرارة 160 د وهي نقطة الغليان

• خلانطها مع المواد



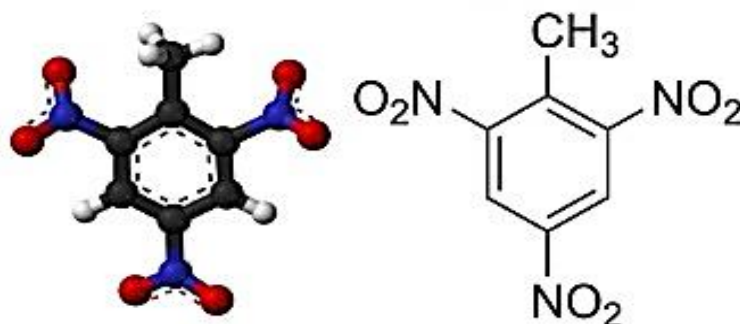
أسماء و خصائص المتفجرات ضعيفة الحساسية

ثلاثی نیترتولوین (TNT) Trinitrotoluene

* الرمز الكيميائي : $C_7H_5N_3O_6$ Molecular Formula

*** الوزن الجزيئي :Molecular Weight 227.13 g/mol**

• التركيب الكيميائي :Chemical Structure



* تعريفها والأسماء الأخرى: هي مادة متفجرة كيميائية تقاس على قوتها كل الانفجارات سواء كانت كيميائية أو حتى نووية، وهي أكثر مادة متفجرة تنتج في العالم أجمع. تباع في الأسواق على هيئة بلوكات بعدة أحجام ٢٥٠ جرام، ٥٠٠ جرام، ١٠٠٠ جرام، لها عدة أسماء Trinitrotoluol، Trotol، Trilite، Tritone، Tritolol، Tritolo، Tolite، Triton، Trotyl، Trinol والأسماء العلمية 2,4,6-Trinitrotoluene، 2,4,6-Trinitromethylbenzene.

• **تاريخها History:** وفي عام ١٨٦٣م تم تصنيع ثالث نيتروتولوين Tri Nitro Toluene والمعروف باختصار ت.ن.ت TNT على يد الألماني الكيميائي جوزف ويلبراند Joseph Wilbrand ولكن كان يستخدم كصبغة فقط، ثم اقترح العالم هوسرمان عام ١٨٩١ تفجير TNT، لكن لم تستخدم كمادة متفجرة إلا عام ١٩٠٢م، وكانت روسيا وألمانيا أول من استخدمها.

* استخدامها Uses: تستعمل في حشو الذخائر، كما تستعمل منفردة، أو على شكل مزائج مع مواد متفجرة أخرى، يمكن

استخدامها في البيئة الرطبة لأنها لا تذوب في الماء.

* لونها Color: عبارة عن بلورات صفراء.

* كثافتها Density: 1.654 g/cm³

* درجة انصهارها Melting Point: 80.35 °C درجة مئوية (176 °F).

* درجة غليانها Boiling Point : 295 °C وعندها يتكسر .

* درجة حرارة بدء الانفجار :Explosion point or Limit

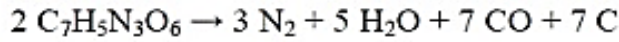
۳۰۰-۳۱۰م



- * الطاقة الناتجة من الانفجار Heat Of Explosion: 1090 kcal/kg.
- * الحرارة الناتجة من الانفجار Temperature Of Explosion: ٢٩٥٠ درجة مئوية.
- * الغاز الناتج من الانفجار Volume Of Explosion Gases: 825 لتر / كيلو جرام.
- * سرعتها الانفجارية Detonation Velocity: سرعة انفجاره 6900 م/ث.
- * قوة الانفجار Power: ١ وتقاس عليها كل المواد الأخرى.
- * شراسة المادة Brisance: ١ وتقاس عليها كل المواد الأخرى.
- * الحساسية Sensitivity: غير حساسة للصدمة أو الاحتكاك وأقل خطورة في الاستعمال من سائر المواد المتفجرة الثانوية.
- * القطر الحرج Critical Diameter: ٢٨ ملم.
- * الثبات الكيميائي Stability: مادة مستقرة لأنها خاملة ولا تذوب في الماء ولا تتفاعل مع المعادن.
- * الذائبية Solubility: صعبة الذوبان في الماء، لكنها تذوب بشكل أفضل في الكحول وتذوب بسهولة في التولوين والأسيتون والكلوروفورم، عند إضافة الماء على (TNT) الذائب في أي منهم تعود بلورات (TNT) للظهور من جديد.
- * مقاومة الحرارة والبرودة Freeze And Heat Resistance: مقاومتها للحرارة ضعيفة نتيجة انخفاض درجة انصهارها.
- * تأثير الضوء وأشعة الشمس Sun Light Exposure: وعند تعرضه للضوء وأشعة الشمس فترة طويلة تتكون على سطحه طبقة سوداء أو بنية اللون تكون سبباً في ضعف قوته الانفجارية.
- * التفاعل مع المعادن Reaction With Metal: لا يتفاعل مع المعادن لذلك كان يعتبر المتفجر المثالي للشحنة الأساسية في الذخائر ومازال.
- * التبخر Volatility: قليلة التبخر لكن غبارها سام.
- * النقل والتخزين Transport and Storage: من عيوبه أنه عند تخزينه في أماكن حارة يبدأ في رشح مادة زيتية قد تولد انفجاراً بالاحتكاك أو الارتجاج كما أنه عند حرقه بكميات كبيرة يمكن أن يتحول هذا الاحتراق إلى انفجار.
- * السمية Toxicity: هي مادة سامة يجب تجنب استنشاق غبارها أو ملامستها وهي عادة ما تصيب العاملين في إنتاجها بصفة مستمرة وكميات كبيرة بالإسهال وضيق النفس وتضخم الطحال وربما تسبب مرض الأنيميا واضطراب المعدة وعسر الهضم وفقد الخصوبة عند الرجال ويمكن أن تسبب السرطان، وعندما تمتص سميتها عن طريق الجلد يصيبه بالاصفرار وعند بداية العلاج يمنع المريض من ملامسة مادة (TNT) والراحة التامة لمدة يومين وإعطائه وجبات خاصة مثل الفواكه والحليب واللحوم وغيرها. في الحرب العالمية الثانية أصيب ٣٧٩ عامل في أحد المصانع التي تصنع TNT بسميته وقتل منهم ٢٢ عامل، حيث يكفي غرام واحد منها مع الأكل إلى قتل الإنسان خلال ١٢ ساعة.



* معادلة انفجارها **Explosion Equation**:



* ميزان الأكسجين **Oxygen Balance**: يوجد نقص في الأكسجين يقدر ب 73,9%.

* المواد التي تدخل في تحضيرها: حمض النيتريك **Nitric Acid** وحمض الكبريتيك **Sulfuric Acid** والتولوين **Toluene**، ويتم تحضيرها بثلاث خطوات، الأولى تعطي **Mono Nitro Toluene (MNT)** والخطوة الثانية تعطي **Di Nitro Toluene (DNT)** والخطوة الثالثة تعطي **Tri Nitro Toluene (TNT)**

* خلطاتها:

يمكن خلطها بالكثير من المواد المتفجرة والمواد الغير متفجرة بدون أي مشاكل جانبية، الخلائط التي تتكون من مادتين متفجرات يطلق عليها **Binary Explosive** وسنذكر أمثلة منها:

١- أوكتول **Octols**: والتي تتكون من (HMX 70% + TNT 30%).

٢- سيكلوتول **Cyclotols**: والتي تتكون من (RDX 70% + TNT 30%).

٣- بنتوليت **Pentolites**: والتي تتكون من (PETN 50% + TNT 50%).

٤- تيتريتول **Tetrytols**: والتي تتكون من (Tetryl 70% + TNT 30%).

٥- أماتول **Amatols**: والتي تتكون من (50% Ammonium Nitrate + 50% TNT).

٦- بيكراتول **picratols**: والتي تتكون من (Ammonium Picrate 52% + TNT 48%).

٧- **L-Splav**: (TNT ٩٥% + Trinitroxylen ٥%) (خلطة روسية).

* انفجار هاليفاكس **Halifax Explosion**

هو انفجار سفينة مونت بلانك الفرنسية التي كانت تحمل شحنة من TNT تقدر ب ٣ كيلو طن في مدينة هاليفاكس في دولة كندا يوم الخميس ٦ ديسمبر، ١٩١٧، والتي اصطدمت بطريق الخطأ مع المنظمة البحرية الدولية النرويجية في ميناء هاليفاكس، قتل حوالي ٢٠٠٠ شخصاً من جراء الحطام، والحرائق والمباني المنهارة، وأصيب أكثر من ٩٠٠٠ شخصاً، ولا يزال هذا هو الانفجار التقليدي الأكبر في العالم من صنع الإنسان.



ثلاث أحجام من بلوكات الـ TNT وهي باوند ونصف باوند وربع باوند



بلوك TNT وزنه 400 جرام مصنع في الشرق الأوسط



ثلاث أحجام من بلوكات الـ TNT الروسية وهي ٥٠، ٧٥، ١٠٠ جرام



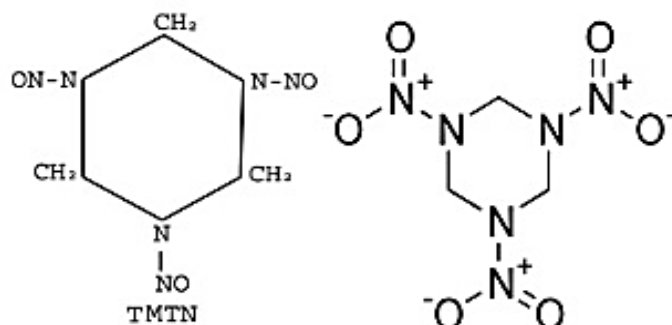
بلوك TNT إسرائيلي الصنع وزنه نصف كيلو جرام

الردة R-salt

* الرمز الكيميائي Molecular Formula: $C_3H_6N_6O_3$.

* الوزن الجزيئي Molecular Weight: 174.1.

* التركيب الكيميائي Chemical Structure:



* تعريفها والأسماء الأخرى: هي مادة متفجرة تقع بين المتفجرات الخاملة والمتفجرات النصف حساسة، يطلق عليها عدة أسماء منها R-salt و Triogen و TRDX و TMTN و Dinitrate و Hexamine والاسم العلمي لها Trinitrosamine Cyclotrimethylene أو Methylenedinitramide، R-salt هي عبارة عن RDX لكن

بمجموعة N-NO بدلاً من N-NO₂ الموجودة في RDX، لذلك الاسم العلمي لمادة (RDX) هو Trinitramine Cyclotrimethylene في حين كان الاسم العلمي لمادة (R-salt) هو كما ذكرنا من قبل Trinitrosamine CycloTrimethylene، ولذلك يمكن تحويل R-salt إلى RDX من خلال تفاعلها مع حمض الكبريتيك ونترات الأمونيوم.

* تاريخها History: تم اكتشاف مادة R-salt عام ١٩٣٤م على يد الألماني جريس Griess واستخدمت في الحرب العالمية الثانية.

* استخدامها Uses: تستخدم عند كائنات القسام كحشو لعبوات الخرق ورؤوس قذائف الياسين وعبوات الشواظ، تستعمل بودة الردة R-salt كمنشط (بوستر) للعبوات التي تعبئ به R-salt المصبوب صب، كلاسيكياً تستخدم في إنشاء الدروع الردية التفاعلية المحيطة بالدبابات لكن بكميات قليلة والمعظم تخلص عن إنتاجها لأنها مادة مسرطنة.

* لونها Color: مادة متفجرة صفراء اللون.

مادة الردة
R-salt



* كثافتها Density: 1.508 g/cm³.

- * درجة انصهارها **Melting Point**: $102^{\circ}\text{C} = 216^{\circ}\text{F}$.
- * الطاقة الناتجة من الانفجار **Heat Of Explosion**: 1081 kcal/kg.
- * الغاز الناتج من الانفجار **Volume Of Explosion Gases**: 996 L/kg.
- * سرعتها الانفجارية **Detonation Velocity**: سرعتها وهي عالية الكثافة (صب) 7800 م/ث، سرعتها وهي قليلة الكثافة (بودرة مضغوطة) 5180 م/ث، وإليك السرعات الانفجارية على الكثافات المختلفة.

الكثافة Density	السرعة الانفجارية Detonation velocity
1.57	7800
1.52	7600
1.5	7300
1.2	6600
0.85	5180

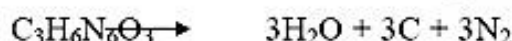
مادة R-salt عند كثافة 0.85 جرام/سم مكعب تكون حساسة إلى 0.3 جرام من فلمنات الزئبق، لكن عند كثافة 1.57 جرام/سم مكعب تحتاج إلى 2.5 جرام من فلمنات الزئبق لكي تتفجر.

- * قوة الانفجار **Power**: قوتها 1,25 بالمقارنة مع TNT.
- * شراسة المادة **Brisance**: 1,1 بالمقارنة مع شراسة TNT.
- * الحساسية **Sensitivity**: نصف حساسة إلى خاملة فهي أكثر حساسية من TNT.
- * القطر الحرج **Critical Diameter**: 13 ملم.
- * الثبات الكيميائي **Stability**: تتفاعل مع جميع الأحماض مسببة اشتعالها ومن ثم انفجارها إذا كانت بكميات كبيرة، لذلك يمنع منعاً باتاً عمل أي خلط بين هذه المادة وأي مادة يدخل في تركيبها الأحماض خوفاً من عدم نقاوة المادة المخلوطة من بقايا الأحماض.
- * الذائبية **Solubility**: لا تذوب في الماء، تذوب في المذيبات العضوية مثل الأسيتون والبنزين والكحول والكلوروفورم.
- * مقاومة الحرارة والبرودة **Freeze And Heat Resistance**: مقاومتها للحرارة ضعيفة نتيجة انخفاض درجة انصهارها.
- * التفاعل مع المعادن **Reaction With Metal**: لا تتفاعل مع المعادن.
- * التبخر **Volatility**: قليلة التبخر.
- * النقل والتخزين **Transport and Storage**: يمنع تخزينها في أي مكان يخزن به أحماض، يمنع تخزينها مع مواد متفجرة أخرى لكي لا يحدث تفاعلات جانبية، ويتم تخزين الأسلحة المحشوة بمادة R-salt معزولة عن الأسلحة المحشوة بمواد أخرى.

- * السمية Toxicity: مادة سامة جداً وأبخرتها أثناء التحضير سامة وأساء مرض تسببه للإنسان هو مرض السرطان الخبيث، المادة الفعالة Nitrosamine مسببة للسرطان لذلك يجب الحذر الشديد في تحضيرها.



- * معادلة انفجارها Explosion Equation:



- * ميزان الأكسجين Oxygen Balance: يوجد نقص بالأكسجين بقدر 55.1%.

- * المواد التي تدخل في تحضيرها: يستخدم في تحضيرها مادة الهكسامين Hexamine ومادة نترات الصوديوم Sodium Nitrate أو نترات البوتاسيوم Potassium Nitrate أو أي ملح يحتوي على مجموعة النترات (NO_2)، بالإضافة لحمض الكبريتيك المخفف 30% أو حمض الهيدروكلوريك (ماء النار) (HCL) Hydrochloric Acid.
- * خلطاتها: يجب عدم خلطها مع أي من المواد المتفجرة الأخرى خوفاً من التفاعل مع أي بقايا حمض في المواد المتفجرة الأخرى، مع العلم لا يوجد أي مرجع علمي يذكر خلطاتها.

نترات اليوريا



- مادة متفجرة بيضاء اللون.
- سريعة الذوبان في الماء.
- لديها قدرة عالية لامتصاص الرطوبة من الهواء.
- تتفاعل مع المعادن بسبب الأحماض التي لا يتم التخلص منها

نترات الأمونيوم

- الرمز الكيميائي: NH_4NO_3
- لونه: أبيض و يستخدم في الزراعة كسماد كيميائي و حساسيته ضعيفة جداً.
- شرهة الذوبان في الماء و لديها القدرة العالية على امتصاص الرطوبة من الهواء
- درجة انصهاره: 169 درجة مئوية.
- السرعة الانفجارية: 5000 - 6000 متر/ث

نترات النشاء

نترو نفتاليين

- الرمز الكيميائي
- الكتلة المولية
- تعريفها والاسماء الاخرى
- تاريخها
- استخدامها كان يستخدم واعتقد أنه لازال يستخدم في هذه الأيام في قذائف المدفعية ، كان يعتبر أعلى من
- التي ان تي في بعض البلدان .
- لونها
- بودة برتقالية مائلة للبني او الاصفر
- مادة نترو نفتاليين أو MNN



- كثافتها 1.6 غ/سم³
- درجة الانصهار
- درجة حرارة الانفجار
- الطاقة الناتجة عن الانفجار
- الحرارة الناتجة عن الانفجار
- الغاز الناتج عن الانفجار
- سرعتها الانفجارية
- 7013 م/ث
- قوتها بالمقارنة مع TNT
- دراسة المادة

• الحساسية

متوسطة

• الثبات الكيميائي

• الذائبية

• مقاومة الحرارة والبرودة

• تأثير الضوء واشعة الشمس

• تتأثر بالضوء

• التفاعل مع المعادن

• التبخر

• النقل والتخزين

تخزن في مكان جاف بعيدة عن الحرارة

• السمية



• معادلة التفجار

• ميزان الاوكسجين

ولدية نفس توازن الأوكسجين الذي في ال تي ان تي

• المواد الناخلة في تحضيرها

• أولا إنتاج مادة mononitronapthalene من النفثالين والأحماض .



- ثانيا إنتاج المادة المتفجرة من معالجة mononitronapthalene بالنترات



• تخريبها او انحلالها

• خلانطها مع المواد لا تفجر لوحدها

نسب الخليط عندما يكون عنده وفرة في الأكسجين :

90 % نترات أمونيوم .

5 % فحم .

5 % بودرة ألمنيوم .

وهو من الخلانط شديدة الفاعلية ويصحبه وميض. يمكن الاستغناء عن بودرة الالمنيوم باستبدالها بالمتفجر الذي صنعنا من النفثالين فكما تذكرن وضعت بالسلسلة صناعة متفجر من النفثالين وكان مضمونة أن هذا المتفجر قوي ولا اعرف قوته ولكن اتضح أن قوته قريبة من 4/3 تي ان تي .

وهي 250 غرام من سماد نترات الامونيوم .

12 غرام فحم مطحون .

40 غرام من ام ان ان التي صنعناها من النفثالين (طريقة صنعها موجودة)

هذا لزيادة الخير إن لم يتوفر الفحم نستخدم النفثالين بحالته الطبيعية دون الأحماض والنسب خليط النيترات والنفثالين والألمنيوم :

85 % نيترات .

5 % نفثالين .

7.5 بودرة ألمنيوم .

2.5 % نشارة خشب ناعمة .

وهذا من الخلانط شديدة الفاعلية القطر 12سم الذي احدث انفجار 50 جم منه على صفيحة وفي هذا الخليط اعتقد أنه يمكن استبدال الفحم بالنفثالين المستخرج من الأحماض .

خليط النيترات مع الفحم (أو نشارة خشب محمصة)

85 % نيترات الامونيوم .

15 % فحم .

تم تفجير 100 غم من هذا الخليط فأحدثت قطر قدره 15.5سم في نفس الصفيحة التي أجريت عليها تجربة الامونال مع الكبريت (مع استخدام علبة كبريت من الامونال كبادئ حول الصاعق) .

وهذا لزيادة الخير وجدتها ببعض الموسوعات

خليط قوي

نترات مونيوم 80 % + نفتالين 80 % (حببيات تطحن لتنظيف الملابس) + بودرة المونيوم 15 % + حمض النتريك 20 % تركيز 65 % فما فوق .
نضع قليل من الماء على نترات الامونيوم للتطيب ونضعة على النار لدرجة الانصهار (أي يصبح سائل) نأخذه في هذه الحالة ونضيف عليه خليط النفثالين والنتريك وبودرة المونيوم وتكون الإضافة بشكل سريع لأنه سوف يصلب ويتحول إلى عجينة (نترات الامونيوم) يفجر بصاعق نشط .

المتفجرات السائلة Liquid Explosives

استخدمت المواد المتفجرة السائلة في الحرب العالمية الثانية وخصوصاً مادة النيتروميثان Nitromethane في تنظيف حقول الألغام أمام الجنود في المعارك، السرعة الانفجارية لمعظم المواد المتفجرة السائلة تقريباً ٨٠٠٠ متر/ثانية، تعتبر المواد المتفجرة السائلة من أفضل المواد المتفجرة استخداماً في البيئات المتجمدة (تحت الصفر)، يوجد مئات من المواد المتفجرة الصلبة لكن هناك ١٨ نوعاً من المواد المتفجرة السائلة المعروفة حتى الآن، وهي كالتالي:

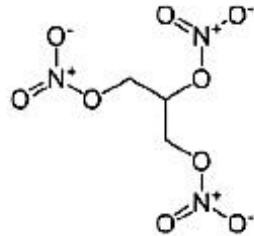
- ميثيل نيتريت Methyl Nitrate (CH_3NO_3). - النيتروميثان Nitromethane (CH_3NO_2).
- تيترا أزيدوميثان Tetraazidomethane. - النيتروجليسرين Nitroglycerine.
- زيليتول بينتا نيتريت Xylitol Pentanitrate. - النيتروجليكول Nitroglycol.
- نيتروجين تري كلورايد Nitrogen Trichloride. - النيتروبنزين Nitrobenzen.
- إريثريتول تيترا نيتريت Erythritol Tetranitrate. - الأسترولايت Astrolite.
- تري ميثيلول إيثان تري نيتريت Trimethylolethane Trinitrate.
- مانيتول هيكسا نيتريت Mannitol Hexanitrate.
- بيثانيتريول تري نيتريت Butanetriol Trinitrate (BTTN).
- دي إيثيلين جليكول دي نيتريت Diethylene Glycol Dinitrate.
- نيترو إيثان Nitroethane.
- ميثيل إيثيل كيتون بيروكسيد Methyl Ethyl Ketone Peroxide (MEKP).
- بروبيلين جليكول دي نيتريت Propylene Glycol Dinitrate.
- تري إيثيلين جليكول دي نيتريت Triethylene Glycol Dinitrate (TEGDN).

النيتروجليسرين (NG) Nitroglycerine (NG)

* الرمز الكيميائي Molecular Formula: $C_3H_5N_3O_9$.

* الوزن الجزيئي Molecular Weight: 227.09 g/mol.

* التركيب الكيميائي Chemical Structure:



* تعريفها والأسماء الأخرى: تعتبر من الزيوت المتفجرة الخطيرة بسبب حساسيته العالية للاهتزاز حيث يمكن أن ينفجر عند أقل اهتزاز كما أن له قدرة تدميرية كبيرة وسرعته الانفجارية عالية، وعادة تخفف حساسيته عند خلطة مع مواد أخرى لتشكل مادة الديناميت، النيتروجليسرين لا يشتعل بسهولة ولكن إذا اشتعل يعطي لهب أخضر اللون، لها أسماء أخرى مثل جليسرول تري نيتريت Glycerol Trinitrate وجليسيريل نيتريت Glyceryl Nitrate وجليسريل تري نيتريت Glyceryl Trinitrate والاسم العلمي تري نيتروكسي بروبان 1,2,3-Trinitroxypropane.

* تاريخها History: في عام ١٨٤٦ اكتشف العالم الإيطالي أسكانيو سوبريرو Ascanio Sobrero النيتروجليسرين Nitroglycerine السائل، في البداية أطلق اسم بيروجليسرين Pyroglycerine على المادة، وكانت حساسة جداً وحدثت فيها انفجارات عديدة، وفي عام ١٨٦٧ قام ألفريد نوبل بخلطها بالنيتروسيلولوز وسمى الخليط بالديناميت المتفجر Dynamite.

* استخدامها Uses: استخدمت مادة النيتروجليسرين في خليط الكوردايت الدافع مع النيتروسيلولوز وكانت بريطانيا تصنع ٣٣٦ طن كل أسبوع في الحرب العالمية الأولى من مادة النيتروجليسرين حتى تستخدمها في دافع الكوردايت كذلك تستخدم في صناعة الديناميت المتفجر المدني والعسكري، كذلك يستخدم كعلاج بأسماء تجارية Nitrospan، Nitrostat لمرضى الذبحة الصدرية، ويوجد بشكلين على هيئة حبوب Tablet وبخاخة Spray.

* لونها Color: سائل زيتي أبيض أو مصفر أو بني فاتح وهذه الألوان تعتمد على نقاء المواد الداخلة في تحضيره وهو في الأصل عديم اللون شفافاً عندما يكون نقياً وله رائحة مميزة.



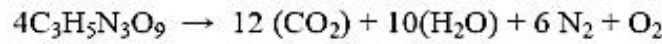
* كثافتها Density: 1.6 g/cm³ at 15 °C.

- * درجة انصهارها **Melting Point**: 13.2 °C, 286 K, 56 °F.
- * درجة غليانها **Boiling Point**: تنكسر عند درجة حرارة ٦٠ درجة مئوية.
- * درجة حرارة بدء الانفجار **Explosion Point or Limit**: ٢٠٠ درجة مئوية.
- * الطاقة الناتجة من الانفجار **Heat Of Explosion**: 1580 kcal/kg.
- * الحرارة الناتجة من الانفجار **Temperature Of Explosion**: ٣٤٧٠ درجة مئوية.
- * الغاز الناتج من الانفجار **Volume Of Explosion Gases**: 716 L/kg.
- * سرعتها الانفجارية **Detonation Velocity**: ٧٧٠٠ متر/ثانية.
- * قوة الانفجار **Power**: قوتها ١,٧ بالمقارنة مع TNT.
- * شراسة المادة **Brisance**: ١,١ بالمقارنة مع شراسة TNT.
- * الحساسية **Sensitivity**: حساسة جداً للحرارة والصدمة والاحتكاك، يمكن تفجيرها بصدمة من طلقة كلاشنكوف، وعند وضع نقطة منه على ورقة ترشيح ثم وضع تلك الورقة على حديد مناسب وتطرق عليها بقوة بمطرقة حديدية ينفجر وقد وجد أن النيتروجليسرين المتجمد أقل خطراً وحساسية للانفجار بالصدم من النيتروجليسرين السائل، إذا سقطت كمية من النيتروجليسرين السائل بوزن ٢ كيلو جرام من ارتفاع ٣٥ سم فإنها تنفجر.
- * القطر الحرج **Critical Diameter**: ١ ملم.
- * الثبات الكيميائي **Stability**: يعتبر من السوائل المتفجرة الثابتة لكنها غير مستقرة نظراً لحساسيتها.
- * الذائبية **Solubility**: غير قابل للذوبان في الماء ويذوب قليلاً عند زيادة درجة الحرارة وهو قابل للذوبان في معظم المذيبات العضوية مثل الكحول الايثيلي وحمض الخليك والبنزين والكلوروفورم وغيرها، ويترسب مرة أخرى بإضافة الماء وهو يذوب كذلك في زيت الزيتون وزيت بذرة الخروع والنيتروجليسرين نفسه مذيب قوي إذ تتم فيه إذابة النيتروسليلوز من أجل صناعة الكوردايت.
- * مقاومة الحرارة والبرودة **Freeze And Heat Resistance**: لا تعتبر مادة مقاومة للحرارة لكنها مقاومة للتجمد.
- * تأثير الضوء وأشعة الشمس **Sun Light Exposure**: وجد أن تعرضه للضوء وأشعة الشمس يسرع من عملية تحلله.
- * التفاعل مع المعادن **Reaction With Metal**: لا تتفاعل مع المعادن، لكن يفضل خزنها على هيئة مستحلب في البلاستيك لأنها مادة حساسة.
- * التبخر **Volatility**: مادة متبخرة، كما معظم المواد المتفجرة السائلة تعتبر متطايرة.
- * النقل والتخزين **Transport and Storage**: يحفظ النيتروجليسرين على هيئة مستحلب بنسبة ٣ ماء و ١ نيتروجليسرين حتى يكون آمن في نقله وتخزينه، ويمنع استخدام الخشب في النقل أو الحفظ لأن النيتروجليسرين يمتص في الخشب ويكون الديناميت المتفجر، لذلك يفضل استخدام الألمونيوم أو البلاستيك، قانونياً يجب استهلاك النيتروجليسرين في نفس اليوم إما في الدوافع أو في الخلطات المتفجرة مثل الديناميت.

* **السمية Toxicity:** يعتبر النيتروجليسرين من السموم عالية الكفاءة فهو يعمل على انبساط الأوعية الدموية ويخفض ضغط الدم ويحدث التسمم أيضاً عن طريق استنشاق بخاره وقد يصاب العاملين في تحضيره بالإدمان عليه، ومن أهم أعراض التسمم صداع شديد في الرأس يعتصرها اعتصاراً والعلاج يكون بتعريض المصاب للهواء النقي المتجدد ثم يعطى حقنة مهدئة وعلى العاملين في إنتاجه الاغتسال يومياً وتغيير ملابسهم، كما أن نسبة ١ مل جرام من النيتروجليسرين في الهواء تعمل صداع شديد.



* معادلة انفجارها **Explosion Equation:**



- * **ميزان الأكسجين Oxygen Balance:** يوجد وفرة في الأكسجين وهو يساوي + ٣٠,٥ %.
- * **المواد التي تدخل في تحضيرها:** حمض النيتريك المركز وحمض الكبريتيك المركز وكحول الجليسرول.
- * **خلطاتها:** عند صنع خلطات من مادة النيتروجليسرين فإن كل القياسات والنسب المتعلقة به تكون بالجرام وليس بالمل لتر أي يؤخذ النيتروجليسرين بالوزن وليس بالحجم، وهو أهم خلطات النيتروجليسرين هو الديناميت بأنواعه، لما يتميز به من أمان في التعامل بعكس النيتروجليسرين السائل.

خصائصه:

- ١- مادة ناعمة بألوان مختلفة.
 - ٢- فعاليتها أقل من النيتروجليسرين لكنها أكثر تحملاً للتخزين لفترات طويلة.
 - ٣- سرعتها الانفجارية تتراوح بين ٢٠٠٠ إلى ٧٠٠٠ م/ث حسب نوع الخلطة، ويمكن أن تنفجر بالصدمات الشديدة المفاجئة.
 - ٤- الكثافة النوعية لها بين ١,٢ - ١,٦ جرام / سم^٣ حسب نوع الخلطة.
 - ٥- تتألف عموماً بالإضافة إلى النيتروجليسرين من المواد التالية:
 - أ- مؤكسد مثل نترات الصوديوم أو نترات البوتاسيوم أو نترات الأمونيوم.
 - ب- مانع حموضة: مثل كربونات الصوديوم.
 - ج- نشارة خشب ناعمة لامتصاص زيت النيتروجليسرين.
- عند تخزين الديناميت لمدة طويلة في المدى الحراري من ١٥ إلى ٤٠ درجة مئوية فإن النيتروجليسرين ينفصل بالتدريج مما يجعله خطراً لذلك يجب نقله باستمرار، فالأفضل تخزينه عند درجة ١٠ مئوية إذا كان التخزين لمدة طويلة.
- بعض خلطات الديناميت:**

١- خلطة ١:

نيتروجليسرين ٨٠%، نشارة خشب ناعمة ٢٠%.

٢ - خلطة ٢:

نيتروجليسرين ٨٠%، نيتروسيليلوز ٥%، نترات الأمونيوم ١٥%.

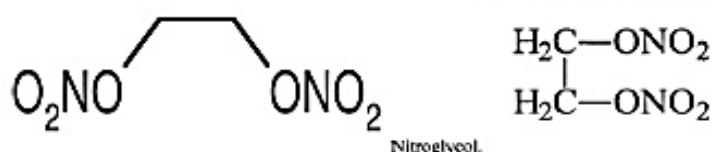
* الانحلال أو تخريبها: يكفي أن تغطس خلانطه في محاليل مركزة من الصودا الكاوية فتتصبن متحولة إلى جلسرين ونترات الصوديوم كما أنه يتحلل عند إضافة حمض الكبريتيك إليه.

النيتروجليكول Nitroglycol

* الرمز الكيميائي Molecular Formula: $C_2H_4N_2O_6$.

* الوزن الجزيئي Molecular Weight: 152.1 g/mol.

* التركيب الكيميائي Chemical Structure:



* تعريفها والأسماء الأخرى: هو عبارة عن مادة متفجرة سائلة ويعتبر من أفضل المواد التي تستخدم في الأجواء الباردة (٢٠ تحت الصفر)، ولها عدة أسماء Glycol Dinitrate و Ethylene Dinitrate و Ethylene Glycol Dinitrate (EGDN) و 1,2-Ethanediol Dinitrate و Dinitroglycol.

* تاريخها History: تم اكتشاف النيتروجليكول عام ١٩٠٥، لكن بدأ استخدامه بكثرة عام ١٩٢٠ حيث حل محل النيتروجليسرين في كثير من الخلانط أو يكونان معاً في نفس الخلطة.

* استخدامها Uses: يستخدم في صناعة الديناميت الجيلاتيني وفي الكوردايت الدافع المستخدم في المناطق الباردة وهو أكثر استخداماً حالياً من النيتروجليسرين نظراً لأنه أكثر استقرارية منه.

* لونها Color: سائل عديم اللون عندما يكون نقياً ويكون أبيض أو أحمر أو أزرق حسب لون الجليكول المستخدم في التحضير وهو أكثر لزوجة بقليل من الماء وأقل لزوجة من النيتروجليسرين.



روبوت يحمل مادة نيتروجليكول

* كثافتها Density: 1.49 g/cm³.

* درجة انصهارها Melting Point: -22.0 °C.

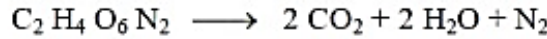
* درجة غليانها Boiling Point: تنفجر عند نفس الدرجة ١٩٧ درجة مئوية.

* درجة حرارة بدء الانفجار Explosion point or Limit: ١٩٧ درجة مئوية.

- * الطاقة الصاعدة من الانفجار **Heat Of Explosion**: 1612 kcal/kg.
- * الحرارة الناتجة من الانفجار **Temperature Of Explosion**: ٤١٠٠ درجة مئوية.
- * الغاز الناتج من الانفجار **Volume Of Explosion Gases**: 737 L/kg.
- * سرعتها الانفجارية **Detonation Velocity**: 7800 m/s.
- * قوة الانفجار **Power**: قوتها ٢ بالمقارنة مع TNT.
- * شراسة المادة **Brisance**: ١,٢ بالمقارنة مع شراسة TNT.
- * الحساسية **Sensitivity**: أقل حساسية للحرارة وللصدم الميكانيكي من النيتروجليسرين.
- * القطر الحرج **Critical Diameter**: ١ ملم.
- * الثبات الكيميائي **Stability**: أكثر ثباتاً من النيتروجليسرين.
- * الذائبية **Solubility**: غير قابل للذوبان في الماء ويذوب قليلاً عند زيادة درجة الحرارة وهو قابل للذوبان في معظم المذيبات العضوية مثل الكحول الإيثيلي وحمض الخليك والبنزين والكلوروفورم وغيرها، ويترسب مرة أخرى بإضافة الماء وهو نفسه مذيب قوي أكثر من النيتروجليسرين إذ تتم فيه إذابة النيتروسليلوز من أجل صناعة الكوردايت.
- * مقاومة الحرارة والبرودة **Freeze And Heat Resistance**: متوسطة المقاومة للحرارة لكنها من أفضل المواد المقاومة للبرودة.
- * تأثير الضوء وأشعة الشمس **Sun Light Exposure**: وجد أن تعرضه للضوء وأشعة الشمس يسرع من عملية تحلله.
- * التفاعل مع المعادن **Reaction With Metal**: لا تتفاعل مع المعادن.
- * التبخر **Volatility**: أكثر تبخر من النيتروجليسرين، يعتبر سائل النيتروجليكول أكثر الزيوت الانفجارية تطايراً وقد فقدت عينة منه في تجربة مخبرية ٣% من وزنها خلال شهر بينما لم تفقد عينة أخرى من النيتروجليسرين في شروط مماثلة للسابقة سوى ٠,٢% من وزنها.
- * النقل والتخزين **Transport and Storage**: يمنع استخدام الخشب في النقل أو الحفظ لأن النيتروجليكول يمتص في الخشب ويكون الديناميت المتفجر، لذلك يفضل استخدام الألمونيوم أو البلاستيك، في النقل والتخزين يعتبر آمن بالمقارنة بالنيتروجليسرين بشرط ألا يتعرض إلى صدمة قوية ويكون نقي جداً من الأحماض، يفضل تخزينه في درجة حرارة لا تزيد عن ١٠ درجات مئوية.
- * السمية **Toxicity**: يعمل على انخفاض ضغط الدم من خلال انبساط وتوسع الأوعية الدموية، وغازاته تسبب الصداع وهو أكبر من الصداع الناتج من النيتروجليسرين، وذلك لسرعة تحوله من الحالة الصلبة والسائل إلى الحالة الغازية.



* معادلة انفجارها Explosion Equation:



* ميزان الأكسجين Oxygen Balance: ميزان الأكسجين يساوي صفر.

* المواد التي تدخل في تحضيرها: حمض النيتريك المركز وحمض الكبريتيك المركز وكحول الجليكول.

* خلطاتها: النيتروجليكول يجعل النيتروسيلولز جيلائيني بشكل أسرع مما يحدث في حالة النيتروجليسرين ويتفاعل معه في درجات الحرارة العادية بينما هذا التفاعل نفسه مع النيتروجليسرين يحتاج إلى تسخين، ينصح باستعمال النيتروجليكول في الديناميت الهلامي (الديناميت الجيلاتيني) والغرض من استعماله هنا فعله المضاد للتجمد.

* انحلالها أو تخريبها:

يتم إحلالها حيويًا من خلال سلالة بكتيريا هوائية تسمى Bacillus Subtilis، حيث وجد أنها تحتاج فقط إلى ٧٢ ساعة حتى تحولها من Ethylene Glycol Dinitrate (EGDN) إلى نيترايت Nitrite وإيثيلين جليكول مونو نيتريت Ethylene Glycol Mononitrate (EGMN).

النتروميثان

• الرمز الكيميائي : CH_3ONO_2

• الكتلة المولية :

• تعريفها والاسماء الاخرى :

• تاريخها:

• استخدامها:

• لونها : سائل شفاف يشبه الماء اقل لزوجة من الماء

• كثافتها: 1.138 غم /سم³

• درجة الغليان: 65 - 66

• درجة حرارة الانفجار : 150 د

• الطاقة الناتجة عن الانفجار :

• الحرارة الناتجة عن الانفجار:

• الغاز الناتج عن الانفجار:

• سرعتها الانفجارية:

• قوتها بالمقارنة مع TNT :

• شراسة المادة :

• الحساسية: اكثر حساسية من النتروجليسرين للصدم فهو يفجر اذا سقط 2 كغ من على ارتفاع 40 سم

يشعل بفعل شرارة كهربائية

• الثبات الكيميائي : قابل للصبغ بلون اخر دون ان يتاثر

• الذائبية: يذوب في الماء بنسبة 3 غ في 100 ملل ماء وهو مذيب ممتاز للنترو سيللوز

• مقاومة الحرارة والبرودة

• تاثير الضوء واشعة الشمس

• تتأثر بالضوء

• التفاعل مع المعادن

• التبخر : شديد التبخر

• النقل والتخزين : يخزن تحت الماء ويتعامل معه بحذر

• السمية : تسبب ابخرته صداع في الراس مثل ابخرة النتروجليسرين



• معادلة الانفجار

• ميزان الاوكسجين

• المواد الناقلة في تحضيرها

• تخريبها او انحلالها

• خلانطها مع المواد

النترو سيلوز (البارود اللادخاني)

• الرمز الكيميائي : $C_{24} H_{32} O_{12} (ONO_2)_8$

• الكتلة المولية :

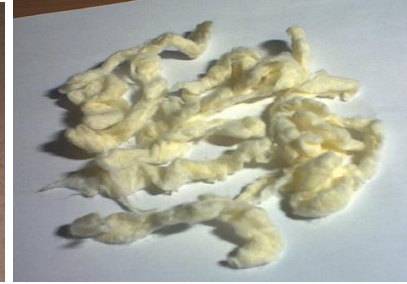
• تعريفها والاسماء الاخرى : وينتج النيتروسيلولوز عند معالجة السليولوز بالخلائط السولفونيترين فيعطى استيريات نيترين مختلفة درجة النترجة تشكل انطلاقا من نيترو سيلولوز ثماني النترجة $[C_{24} H_{32} (NO_2)_8 O_{20}]_m$ ويسمى هذا النوع كولوديون وهو شائع تجاريا والنوع تساعي درجة النترجة يسمى باسم بيرو الكولوديون $[C_{24} H_{32} (NO_2)_9 O_{20}]_m$ والنوع الحادي عشر النترجة $[C_{24} H_{29} (NO_2)_{11} O_{20}]_m$ يسمى باسم المفولميكتون.

• تاريخها :

• استخدامها : مادة دافعة (تستخدم بكافة انواع الوقود الصاروخي الدافع)

نتروسيلولوز

• لونها : ابيض وشكله مثل القطن



• كثافتها : 1.65 غم/سم³

• درجة الانصهار : 61.7 د

• درجة حرارة الانفجار : حسب نسبة الرطوبة بين 50-80 درجة

• الطاقة الناتجة عن الانفجار :

• الحرارة الناتجة عن الانفجار : 3100 د

لهذا التفجير 1025000 كلوري/كغم.

• الغاز الناتج عن الانفجار:

765 لتر/كغم

• سرعتها الانفجارية :

• قوتها بالمقارنة مع TNT

• دراسة المادة

• الحساسية : غير حساس بالنسبة للصدم 0 يتأثر النيتروسيلولوز بالكهرباء تأثرا كبيرا وقدوته على توصيل الكهرباء في محلول من الأسيتون تتناسب مع كثافته ويشعل بشرارة

• الثبات الكيميائي : يكون النيتروسيلولوز ثابتا عند نقائه وخلوه من الأحماض.

- **الذائبية:** جميع أنواع النيتروسليلوز تذوب جزئياً في ثنائي اثيل الاثير وتذوب كلياً في الأسيتون وخلات الايثيلي وتتكون محاليل غروية من الصعوبة إعادة ترسيبها مرة أخرى
- **مقاومة الحرارة والبرودة:** حساس جداً للحرارة واللهب شرارة بسيطة كفيلة بان تفجره او تشعله

- **تأثير الضوء واشعة الشمس:** حساس بالنسبة لحرارة الشمس يصبح خطر اذا تعرض لحرارة الشمس ويتحلل اذا بقي لمدة طويلة
- **تتأثر بالضوء:** لا

- **التفاعل مع المعادن:**

- **التبخر:** لا يتبخر

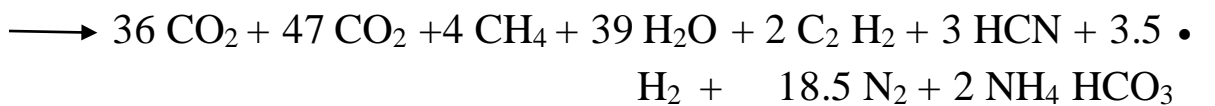
- **النقل والتخزين:** يخزن بنسبة رطوبة 10% ثنائي ميثايل الامين وبعيد عن كل شيء مشتعل او حرارة الا نتباه اثناء النقل من مصادر الحرارة والنار بشكل جيد اغلب حوادث انفجارات الورشات من النيتروسليلوز من الأفضل ان يخزن في حبرات مظلمة ذات درجة حرارة منخفضة وعموماً فان تخزين النيتروسليلوز أو المتفجرات التي يدخل في تركيبها بكمية كبيرة يجب ان تحتوي على مواد مصححة مثل ثنائي فنييل أمين والاوريتانات الماصة للأبخرة النيتروزيه والتي تسمى صناعياً مثبتات ويجب الكشف الدوري على هذه المتفجرات وإخضاعها لفحوص التثبيت.
- **السمية**



معادلة الانفجار : غالباً ما يوجد النيترو سليلوز في هاتين الصورتين:



وعندما تحلل أي من الصورتين يعطى نفس النواتج وهي



- **ميزان الاوكسجين**

- المواد الداخلة في تحضيرها : ينتشر السليولوز $(C_6 H_{10} O_5)_n$ انتشارا واسعا حيث أنه واحد من أهم مكونات أنسجة الخضراوات والقطن والخشب وينتج النيتروسليولوز بواسطة عملية نترجة أو استرة لسليولوز (ASTREIFICATION) مع حمض النيتريك .
- تخريبها أو انحلالها : يتحلل النيتروسليولوز خاصة اذا كانت به بقايا حمضية وعند تعرضه لأشعة الشمس المباشرة ويسبب ذلك انفجاره
- خلأطها مع المواد :

الصواعق (Detonators) Blasting Caps

هو المحرض الأساسي لتفجير المواد المتفجرة الثانوية، والذي يعطي صدمة أو موجة انفجارية من أجل تحريض المواد المتفجرة الثانوية. ويتكون الصاعق من مادتين أساسيتين، مادة بادئة حساسة مثل فلمنات الزئبق، أزيد الرصاص وستيفنات الرصاص ومادة ثانوية حساسة (مادة نصف حساسة) مثل PETN، RDX، Tetryl تقوم بتكبير أو تضخيم الموجة الانفجارية ونقلها إلى المواد الثانوية الخاملة مثل (TATB، R-salt، T.N.T). وتكون المواد البادئة في أعلى منتصف الصاعق والمواد الثانوية الحساسة في الأسفل. تستخدم الصواعق في الأعمال العسكرية والصناعية المدنية، وتعتبر أدوات حساسة جداً ويمكن أن تنفجر في حال عدم التعامل معها بالشكل المناسب لذلك يجب حماية الصواعق من الصدمات والحرارة المرتفعة. ويوجد منه شكلين، صاعق أنبوبي وهو الشكل الأكثر استخداماً في العالم ودائري كالمستخدم في بعض الألغام.

التاريخ History:

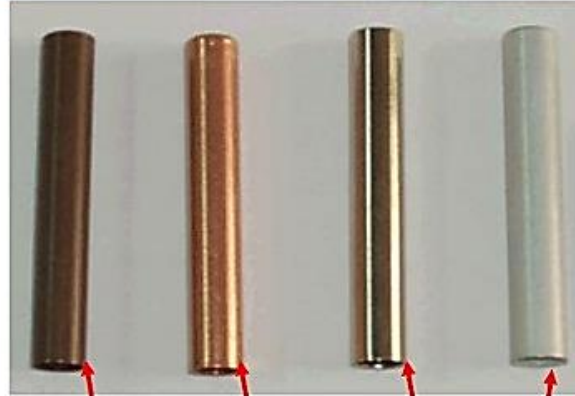
أول مشعل للمواد المتفجرة كان صدفة (بقدر الله) عام ١٧٤٥م على يد الدكتور واتسون Watson، في عام ١٧٥٠ تم تصنيع أول مشعل كهربائي يتكون من ورقة أنبوبية تحتوي على بارود أسود. عام ١٨٦٤م قام ألفريد نوبل باكتشاف أول صاعق متفجر واستخدم فيه فلمنات الزئبق في أنبوبة النحاس بدلاً من البارود الأسود حتى يفجر الديناميت والمواد المتفجرة الأخرى، وتم اكتشاف الصواعق المشعلة في ألمانيا عام ١٩٠٠م لكن لم تستخدم في أمريكا إلا عام ١٩٥٠م.

أنواع الصواعق

سوف ندرس أنواع الصواعق من حيث:

١. من حيث نوع الأنبوب.
 ٢. من حيث آلية تفجيره.
 ٣. من حيث كعب الصاعق.
 ٤. من حيث المدة الزمنية.
- أولاً: من حيث نوع الأنبوب:

١. الألمنيوم أو سبيكة منه: وهو الأكثر استخداماً وانتشاراً في العالم ويستخدم فيه مادة أزيد الرصاص كمادة بادئة حساسة.
 ٢. النحاسي أو سبيكة منه: وهي أقل استخداماً وانتشاراً في العالم ويستخدم فيه مادة فلمنات الزئبق كمادة بادئة حساسة.
 ٣. البلاستيكي: ويستخدم غالباً في بعض الألغام الأرضية. ويستخدم فيه أي مادة بادئة حساسة.
- ويمتاز بعدم الانكشاف للمجسات التي تكشف المعادن.



سبيكة نحاس

نحاس

سبيكة ألومنيوم

ألومنيوم

ثانياً: من حيث آلية تفجيره:

١. الميكانيكي: عن طريق وجود إبرة ونابض وكبسولة مثل القنابل اليدوية والكثير من الألغام ويقصد به أن يتم التفجير بحركة ميكانيكية بطرق الإبرة على رأس الكبسولة إما بالضغط أو بتحرير النافر. ويأتي عادةً به مادة تأخيرية ويظهر ذلك جلياً في طول الصاعق.



صاعق قنبلة M228 الأمريكية



صاعق قنبلة UZRGM الروسية



صاعق MUV - MD-5M الروسي الذي يستخدم في القنابل والألغام والأشراك الخداعية



الصواعق الميكانيكية مصممة بطريقة عندما تتعرض فيها لشد أو سحب ميكانيكي فإنها تبدأ عملية الإشعال

والتفجير . يجب أن تكون قوة الشد كافية لتحرير الإبرة لضرب كبسولة الإشعال.

- قوة الشد في الصواعق الأمريكية ٢-٣ كيلو جرام تقريباً.

- قوة الشد في الصواعق البريطانية ٣-٤ كيلو جرام تقريباً.

- قوة الشد في الصواعق الروسية والألمانية ٠,٥ - ١ كيلو جرام تقريباً.

٢. الكيميائي: مثل تفاعل كلورات البوتاسيوم مع حمض الكبريتيك فتتولد شعلة تكون كفيلاً بتفجير الصاعق. ويستخدم هذا الصاعق في الأشرار الخداعية.



٣. الكهربائي: عبارة عن صاعق يخرج منه سلكين، كذلك يوجد سلك تتجسئون مغموس بمادة إشتعالية بداخل الصاعق، وعند مرور تيار كهربائي بين طرفيه فإنه يسخن سلك التجسئون والذي بدوره يشعل المادة المشتعلة ومن ثم انفجار الصاعق. وهو المستخدم بكثرة في العمل العسكري لأنه يمكن ربطه بدائرة كهربائية مؤقتة حسب الحاجة. ويستعمل عندما يتوفر مصدر للطاقة الكهربائية كآلة تفجير (ميناتور) أو البطاريات. الصاعق الكهربائي يتأثر بشدة بالموجات الكهرومغناطيسية التي تولدها أسلاك الضغط العالي وأجهزة التلفزيون والراديو وأجهزة الاتصالات المختلفة، والتي قد تؤدي إلى انفجارها غوياً حسب قربها من الصاعق. وقد يكون الصاعق الكهربائي لحظي الانفجار أو تأخيري حسب المطلوب.



٤. العادي أو الغير كهربائي: يكون طرفه العلوي مفتوح لوضع الفتيل الإشعالي أو المتفجر، ومن ثم يتم إشعال الفتيل الذي بدوره يوصل الشعلة إلى المادة الحساسة فينفجر الصاعق. ويستخدم عادة في العمل العسكري لكنه أكثر استخداماً في الأعمال المدنية مثل المحاجر (الكسارات). وينبغي عدم استخدامه في التفجيرات تحت سطح الماء أو في الثقوب الرطبة نظراً لصعوبة عزله الكامل عن الرطوبة. وأما إذا كان ذلك ضرورياً فيجب حمايته من الرطوبة بتغطيته بمواد عازلة

كالشمع مثلاً. الصاعق العادي يعتبر آمناً بالمقارنة مع الكهربائي لأنه لا يتأثر بالموجات الكهرومغناطيسية ويمكن إشعاله بتأخير حسب المشعل المستخدم.



٥. الصواعق النووية: عبارة عن صواعق تحتاج إلى فولت عالي جداً حتى تنفجر ويسمى الصاعق بصاعق سلك الجسر المتفجر (Explosing Bridge Wire (EBW وتم اكتشافها عام ١٩٤٠م ولا يوضع فيه مادة بادئة وإنما توضع مادة PETN مباشرة. طبعاً كل هذه الإجراءات لضمان عدم الانفجار العفوي من القنابل النووية.

ثالثاً: من حيث كعب الصاعق:

١. مستو: ونستفيد منه في انتشار أعرض للموجة الانفجارية والتي يستفاد منها في العبوات العادية والموجهة.
٢. مقعر: ونستفيد منه في انتشار أصغر للموجة الانفجارية بحيث يركز الموجة في بؤرة البطانة ويستفاد منها في الأغلب في عبوات الخرق.



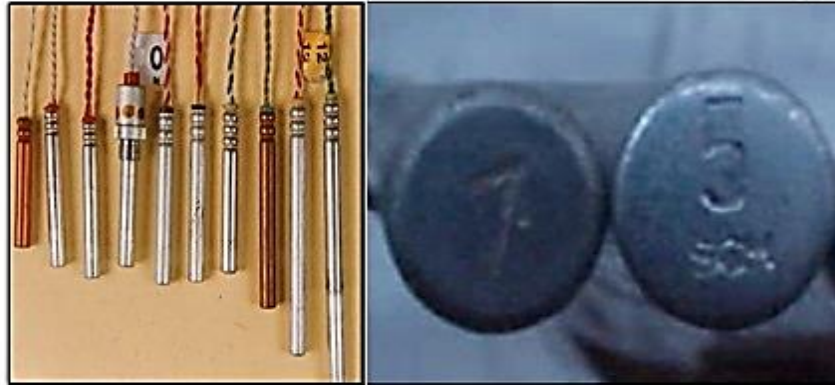
رابعاً: من حيث المدة الزمنية:

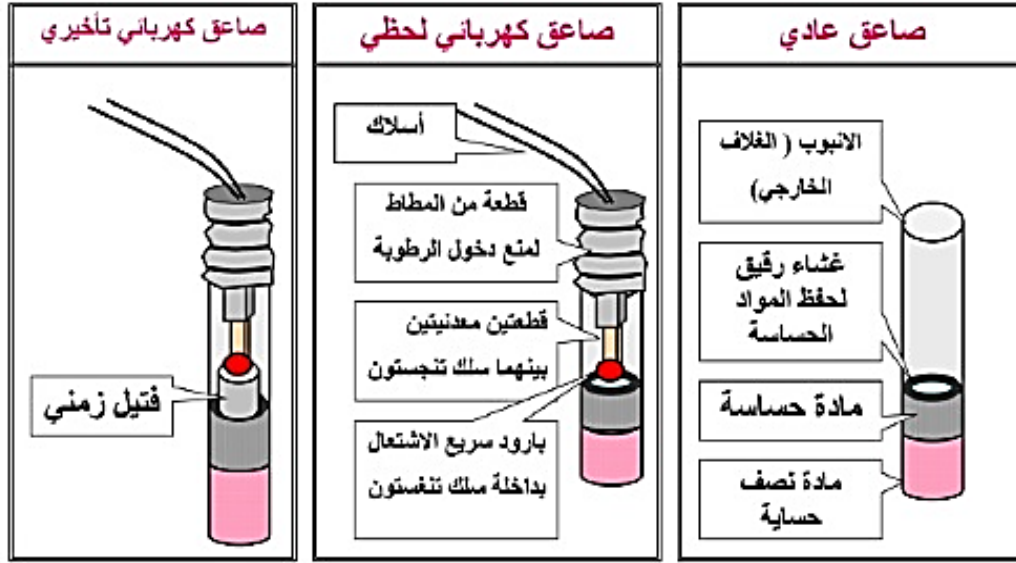
١. صواعق كهربائية لحظية (Instantaneous Electrical Detonators (IED): وهي صواعق لا يوجد على كعبها كتابة أو يوجد عليها رمز S أو ٠ أو st وهذا يعني أنها لحظية تنفجر مباشرة دون تأخير. أما إذا كتب عليها أرقام أخرى فهذا يعني أنها تأخرية.



٢. صواعق كهربائية تأخرية قصيرة (Short Period Delay Detonators (SPD): وتكون الصواعق الكهربائية التأخرية القصيرة لها نفس مكونات الصواعق اللحظية إلا أنه بداخلها فتيل اشتعالي سريع جداً ومكتوب على سلك الصاعق المدة التأخرية أو على كعب الصاعق. يقاس التأخير بالملي ثانية MS. (يقدر التأخير من ٠,٥ إلى ١,٥ ملي ثانية).

٣. صواعق كهربائية تأخرية طويلة (Long Period Delay Detonators (LPD): وتكون الصواعق الكهربائية التأخرية لها نفس مكونات الصواعق اللحظية إلا أن بداخلها فتيل اشتعالي سريع ومكتوب على سلك الصاعق المدة التأخرية أو على كعب الصاعق. يقاس التأخير بالملي ثانية MS وبالثانية Second. (يقدر التأخير من ٢٥ ملي ثانية إلى ٢٠ ثانية). يمكن أن يكتب رقم على الصاعق أو على ورقة تحيط بسلك الصاعق و هذا الرقم يرمز إلى المدة التأخرية أو يكتب على ورقة مرتبطة بالسلك المدة التأخرية بالضبط و قد يكتب الفترة التأخرية بالضبط على الصاعق.





ملاحظات:

- إن هذه المدة تتفاوت من رقم إلى آخر وكذلك تختلف نفس الأرقام باختلاف الدولة المصنعة لذا يجب تجربتها خصوصاً إذا استخدمنا صواعق مختلفة المنشأ.
- تستخدم الصواعق التي لها زمن تأخيري في التفجيرات المتوالية في حفر الأنفاق و شق الطرق و هدم المنشآت و المباني.
- في العبوة الواحدة لا يصح جمع أكثر من صاعق تأخيري لا سيما العبوات الكبيرة، إلا إذا كانت من نفس الأرقام ونفس النوع أو أنها تكون ملائمة لبعضها البعض فأي صاعق ينفجر يفجر الصواعق الأخرى.
- يعتبر الصاعق تالف في حالة وجود أي تشوه في شكله و لا يجوز استخدامه مطلقاً.

اختبار قوة الصواعق Testing of Detonators:

يتم اختبار قوة الصواعق من خلال بلوك الرصاص الصغير اختبار ترازول الصغير lead block or small Trauzl test، من خلال عمل فتحة على حجم الصاعق في بلوك الرصاص الصغير و بعد الانفجار يقاس مدي التمدد في داخل بلوك الرصاص.

الصواعق الكهربائية Electrical Detonators

تستخدم الصواعق الكهربائية عندما نستخدم مصدر كهربائي لتفجيرها مثل البطارية Battery أو ماكينة تفجير Blasting Machine. الصواعق الكهربائية يوجد منها صواعق تجارية و صواعق عسكرية. الصواعق الكهربائية يوجد منها عدة أنواع منها بناء على قوة انفجارها المعتمدة على كمية فلمنات الزئبق في الصاعق بدءاً من رقم ١ إلى رقم ٨ لكن أشهر الصواعق في الاستخدام هي رقم ٦ و رقم ٨. لكن حالياً توجد صواعق رقم ١٢ من حيث القوة.

- صاعق رقم ٦: طوله ٢,٨٥ سم و قطره من الخارج ٦,٣٥ ملم.

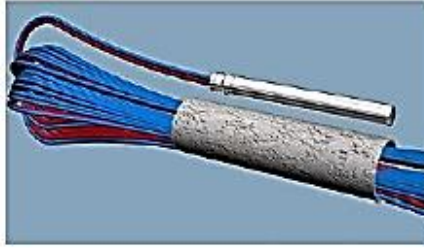
- صاعق رقم ٨: طوله ٣,١٧ سم و قطره من الخارج ٦,٣٥ ملم.

الصاعق	وزن فلمنات الزئبق		أبعاد الصاعق	
	بالجرام	بالحبيبات	القطر مم	الطول مم
رقم ١	0.30	4.6	5.5	16
رقم ٢	0.40	6.2	5.5	22
رقم ٣	0.54	8.3	5.5	26
رقم ٤	0.65	10.0	6	28
رقم ٥	0.80	12.3	6	32-30
رقم ٦	1.00	15.4	6	35
رقم ٧	1.50	23.1	6	45-40
رقم ٨	2.00	30.9	7-6	55-50

نلاحظ أن الصاعق رقم ٦ يحتوي على ١ جرام من مادة فلمنات الزئبق في حين أن الصاعق رقم ٨ يحتوي على ٢ جرام من فلمنات الزئبق. حالياً الصاعق رقم ٦ و ٧ و ٨ فقط هم الذين يصنعون في الولايات المتحدة. و الصاعق رقم ٦ الأكثر استخداماً منها. عام ١٩١٠ تم تحسين الصاعق من خلال إضافة ١٥% من مادة كلورات البوتاسيوم إلى فلمنات الزئبق. على الرغم أن إضافة كلورات البوتاسيوم كان لها إيجابية ممتازة وهي تخفيض حساسية الصاعق و تخفيض تكلفته إلا أنه كان فيها عيب و هو أن الخليط يمتص الرطوبة.

الصواعق الكهربائية مزودة بأسلاك كهربائية ذات أطوال مختلفة لوصولها إلى دائرة التفجير الكهربائية. ولتجنب الانفجار المفاجئ ينبغي وصل طرفي الصاعق بعضها مع بعض مباشرة بواسطة الجدل أو بواسطة فيشة وصل تنزع عند الاستعمال. طول سلك الصاعق يتراوح بين ١,٢٢ متر إلى ٩١,٤٤ متر لكن عادة يكون طوله ٧,٣ متر (٢٤ قدم). سلك الصاعق يتكون من سلكين و كل سلك له لون مختلف لتسهيل التوصيل. الصواعق التجارية الأكثر استخداماً هي صاعق رقم 6 ورقم 8 أما الصاعق المعتمد عسكرياً فهو الصاعق الكهربائي M6 والصاعق العادي M7. الحشوة المتفجرة الثانوية في الصواعق M6 و M7 هي حوالي ضعف الحشوة الموجودة في الصاعق التجاري رقم 8.

أغلب الصواعق الكهربائية المتوفرة تحتاج إلى جهد (1.5 v) و تيار (0.50 A) وتُجر الإشارة إلى أن هناك نماذج كثيرة من الصواعق لا تخضع لهذه المعادلة من الجهد والتيار .



صاعق M6 الكهربائي الروسي اللحظي



صاعق M6 الكهربائي الأمريكي اللحظي



صاعق M6 الكهربائي الأمريكي اللحظي التدريبي



صواعق كهربائية لحظية روسية طولها ٥٠ ملم و قطر ها ٦ ملم. ومقاومتها من ١,٥-٢,٢٥ أوم.



أربع أكياس من الصواعق الكهربائية (كل كيس فيه ١٠٠ صاعق)



كيس يحتوي على صواعق كهربائية

الصواعق التأخيرية الطويلة:

أول استخدام للصواعق التأخيرية كان عام ١٩١٠ على يد بريطانيا. الصواعق العسكرية معظمها صواعق فوريه. أما الصواعق التجارية فمنها فوري ومنها تأخيري، وتتراوح فترة التأخير فيها بين ٠,٠٢٥ و ٢٠ ثانية (٢٥ مللي ثانية إلى ٢٠ ثانية)..

خليط الاشتعال في الصاعق التأخيري:

يتكون من مادة مؤكسدة و مادة مشتعلة بشرط يكون خروج الغاز قليل جدا. أفضل الخلائط المشتعلة في هي التي تحتوي على بودرة معادن ناعمة جيدا كوقود.

الخليط الأول: ٥٥% إلى ٧٠% مادة مؤكسدة Potassium Permanganate برمنجنات البوتاسيوم و ٣٠% إلى ٤٥%

مادة بودرة الانتومني Antimony Powder.

الخليط الثاني: ٨٥% بيروكسيد الباريوم Barium Peroxide و ١٥% مادة بودرة سيلينيوم Selenium. وهذا الخليط

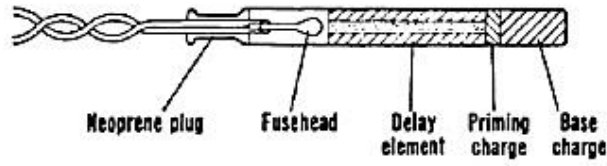
هو المعتمد في صواعق الولايات المتحدة.

في الخلطات المستخدمة يجب توفر الشروط التالية:

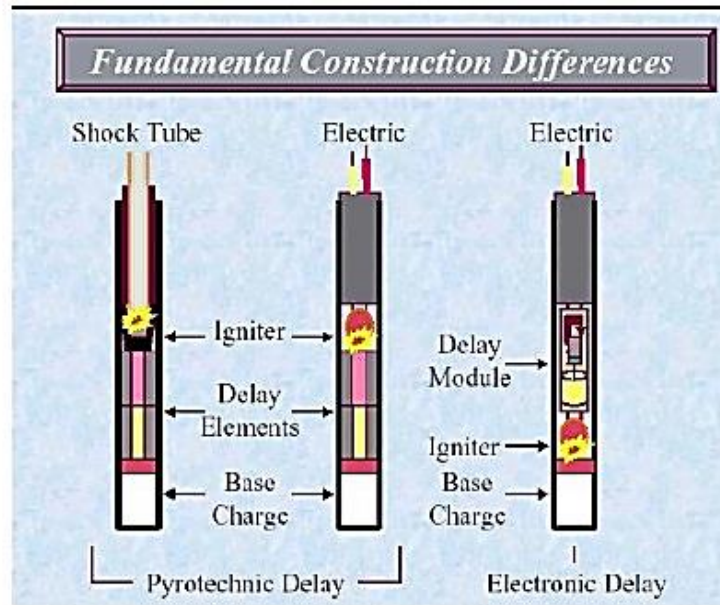
- تخرج اقل كمية من الغازات عند الاشتعال.
- تلامس المادة المؤكسدة مع المادة المشتعلة بشكل منتظم يضمن انتظام الاحتراق.
- خروج الحرارة المنتظمة من اشتعال الخليط.

زمن التأخير

رقم الصاعق	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧
التأخير (ms)	≤ 500	1000	2000	3000	4000	5000	6000



الخليط الإشتعالي التأخيري المستخدم في الصواعق التأخيرية



* توجد شركات تجارية مثل شركة دينو DYNQ أعطت للصواعق التأخيرية ألوان حسب وقت التأخير، سواء تم تفجيرها بالكهرباء أو بأنبوبة الصدم.



ملاحظة: توجد حالياً صواعق تأخيرية إلكترونية يمكن برمجتها أنيا من خلال جهاز إلكتروني، أقصى تأخير فيها لمدة ٢٠ ثانية. و يمكن تفجيرها سلكياً أو لا سلكياً عند بعد ٣٠٠٠ متر.



صاعق نحاسي تأخيري إلكتروني قوته ١٢ #

الصواعق التأخيرية القصيرة:

بعض الأعمال المدنية أو العسكرية تحتاج تأخير بسيط جداً في انفجار الصاعق فتم تصنيع أنواع تأخيرية من الصواعق الكهربائية. التأخير مداه من ٠,٥ ms مللي ثانية إلى ١,٥ ms مللي ثانية. و تم تمييز هذه الصواعق من خلال رمز 107 على الصاعق. تستخدم مثل هذه الصواعق في القذائف التردافية. في حال تصنيع صاعق التأخير السريع نستخدم خلطة إشتعالية سريعة مثل: ٣٠% سيليكون و ٧٠% برمنجنات البوتاسيوم potassium permanganate.

الصواعق الغير كهربائية Nonelectric Detonators

تم تصميم هذه الصواعق بحيث تفجر من خلال لهب الفتيل المتفجر أو الفتيل المشتعل أو أنبوبة الصدمة. الصاعق العادي Plain Blasting Cap يتكون من متفجر ثانوي حساس ثم المادة البادئة و قد يضاف بعد ذلك مادة مشتعلة مغلفة. الصواعق الغير كهربائية التجارية يوجد منها عدة أحجام حسب كمية المادة البادئة في الصاعق لكن الأكثر الأشهر استخداماً صاعق رقم ٦ Number وصاعق رقم ٨ Number. سواء كانت من النحاس أو الألمونيوم أو من سبائكهما

صاعق رقم ٦: طوله ٣,٤٩ سم و قطره من الخارج ٦,٣٥ ملم.

صاعق رقم ٨: طوله ٣,٨١ سم و قطره من الخارج ٦,٣٥ ملم.

يوجد منها أحجام أكبر من ذلك. فنجد أن الصاعق الأمريكي رقم ٨ طوله ٥,٩٦ سم و قطره ٦,٢٢ ملم، و تستخدم مع المتفجرات الخاملة الكبيرة في الحجم. أشهر الصواعق الغير الكهربائية العسكرية هو صاعق M7 و صاعق M4. صاعق M7 بابه موسع قليلاً لتسهيل إدخال الفتيل المشتعل أو الفتيل المتفجر أو أنبوبة الصدم. يمكن تحويل الصاعق العادي الغير كهربائي إلى صاعق كهربائي من خلال بعض المحولات. يوجد العديد من الحاويات لهذه الصواعق: حاويات معدنية Metal Cans، صناديق كارتونية Cardboard Boxes، صناديق خشبية Wooden Boxes.



صواعق عادية غير كهربائية (٤ منها موصلة مع فتائل)

بعض موديلات الصواعق الروسية العادية

الموديل	مادة بادئة	مادة ثانوية	نوع الأنبوب	طول الأنبوب	قطر الأنبوب
GRT 8M	فلمنات زئبق	تيترايل	النحاس	٤٧ ملم	٧ ملم
TAT 8A	أزيد رصاص	تيترايل	الألمونيوم	٤٧ ملم	٧ ملم
TAG 8A	أزيد رصاص	هيكسوجين	الألمونيوم	٥٢ ملم	٧ ملم



صواعق عادية غير كهربائية تستخدم للتدريب فقط في حاوية كرتونية و بلاستيكية



حاويات صواعق عادية استخدمت في الحرب العالمية الثانية



حاويات صواعق عادية استخدمت في الحرب العالمية الثانية



حاويات صواعق عادية رقم ٦ الحديثة

أمن التعامل مع الصواعق

القواعد العامة في استخدام الصواعق:

- التأكد من نوع الصاعق المستخدم، ولا يوضع داخل العبوة إلا لحظة قرار التفجير إن أمكن.
- التأكد من ربط طرفي سلك الصاعق ولا يتم فكهم إلا لحظة العمل وربطهم بالدائرة الكهربائية.
- التأكد من وصلات الكهرباء، واستخدام اللواصق عليها وعدم تركها عارية.
- التأكد من صلاحيتها: غير معرض لصدمات أو لا يوجد اهتراء في جسمه الخارجي، أو لا يوجد آثار رطوبة علي سطحه الخارجي، فالصواعق النحاسية نلاحظ علي سطحها بقع خضراء بينما صواعق الألمنيوم فنلاحظ بقع بيضاء مما يدل على تأثرها بالرطوبة.
- عدم تعرض الصواعق (للصدم - الطرق - الضغط - الحرارة مباشرة شعلة أو غير مباشرة كأشعة الشمس أو أحماض).
- تجنب العمل في الصواعق الكهربائية أثناء الطقس الممطر والمبرق لأن البرق قد يفرغ شحنته البالغة ٣٠٠٠٠ فولت في طرف الصاعق الكهربائي و بالتالي ينفجر.
- تجنب العمل أو حفظ الصواعق بالقرب من محطات الراديو أو الرادار، التلفزيون، محطات الإرسال للجوالات أجهزة الاتصالات، لأن كل هذه الأشياء تولد موجات كهرومغناطيسية يمكنها تفجير الصاعق الكهربائي. وإذا اضطررنا فتكون في داخل علبة معدنية مع جندل طرفي الصاعق.
- تجنب العمل بالصواعق الكهربائية بالقرب من خطوط التوتر العالي ويجب الابتعاد عنها لمسافة ١٠٠ م تقريبا، وفي حال اضطررنا للعمل بقربها فإننا نستخدم الصواعق العادية بفتيل انفجاري أو أنبوبة الصدم.

قوة المرسل (وات)	المسافة الآمنة (متر)	قوة المرسل (وات)	المسافة الآمنة (متر)
٢٥ - ٥	٣٣	٢٥٠٠ - ١٠٠٠	٣٣٠
٥٠ - ٢٥	٥٠	٥٠٠٠ - ٢٥٠٠	٤٩٥
١٠٠ - ٥٠	٧٣	١٠,٠٠٠ - ٥٠٠٠	٧٢٦
٢٥٠ - ١٠٠	١١٦	٢٥,٠٠٠ - ١٠,٠٠٠	١١٥٥
٥٠٠ - ٢٥٠	١٤٩	٥٠,٠٠٠ - ٢٥,٠٠٠	١٦٥٠
١٠٠٠ - ٥٠٠	٢١٥	١٠٠,٠٠٠ - ٥٠,٠٠٠	٢٣١٠

- أثناء النقل والتخزين نقوم بعزلها عن المواد المتفجرة.
- أثناء النقل والتخزين نقوم بعزل الصواعق الكهربائية عن البطاريات.
- عدم إدخال الفتيل أو سحبه بقوة في داخل الصاعق العادي.
- عدم إدخال أي جسم مدبب أو صلب للصاعق العادي.
- عدم حمل الصاعق في الأماكن الحساسة للجسم أو أماكن الارتكاز.
- حملها في داخل أوعيتها الخاصة أو أوعية بلاستيكية كعلب الحلوة مثلا.
- برغم صغر حجم الصاعق والكمية التي بداخلها إلا أنها إذا انفجرت لا قدر الله في يد الشخص قد تؤدي إلى بتر جزء منها.

- إذا كانت الصواعق كهربائية: فيجب التأكد من عدم وجود شرك بداخلها بحيث تنفجر عند ملامسة السلكي ببعضهما دون استخدام البطارية. وذلك عن طريق فحصه.

خطوات فحص الصواعق الكهربائية:

أولاً: فحص الصواعق للتأكد من خلوها من التشريك:

- دفن الصاعق في التربة و يفضل أن تكون رطبة علي بعد ٢٠ سم تقريباً أو وضعه خلف ساتر قوي مثل حائط أو عמוד باطون أو على الأقل لفة في بطانية مبللة وذلك للتخفيف من حدة الصوت وتلافي شظاياها في حال انفجاره لا قدر الله.

- إحضار وعاء معدني به ماء.

- نقوم بمد السلكيين من خلف ساتر ثم نغمس السلك الأول للصاعق الجهة المكشوفة منه في الماء ثم نلامسه للمعدن ثم نخرجه.

- نقوم بغمس السلك المكشوف الآخر في الماء ثم نلامسه للمعدن. نقوم بملامسة السلكين مع بعضهما ونجدلها ولا نفكهما إلا عند الاستخدام في هذه الحالة حتى لو كان هناك شرك فنكون بحول الله تعالى ثلاثين الخطر.

ثانياً: فحص صلاحية الصاعق فنياً:

نقوم بفحص صلاحية أسلاك الصاعق وسلك التجسّتون الذي بداخله والصاعق مازال مدفون أو خلف ساتر، عن طريق إحضار جهاز قياس المقاومة (أفوميتر) ونضع المؤشر فيه على رمز المقاومة (أوم) ثم نلامس طرفي الأفوميتر بطرفي سلكي الصاعق (المعراة)، في حال أعطي قراءة يدل علي انه صالح وعادة تكون مقاومة الصاعق الكلاسيكي حول (٢,٥) أوم أما الصواعق الخاصة بنا يمكن أن تصل أكثر من ١٠٠. (لا يوجد قطبية في الصواعق). وبذلك يكون الصاعق جاهز للاستخدام. وبدون ذلك لا تقدم علي استخدامه فلا معني أن أضيع جهود وتضحيات أخوة للوصول إلى الهدف وأكون أنا سبب فشل العمل لا سمح الله.



أمن التعامل مع التفجيرات في الميدان

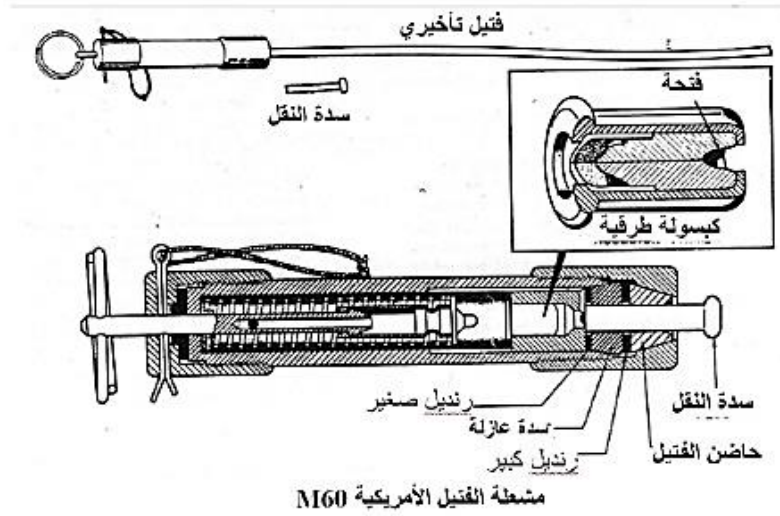
- في أي عملية تفجير يجب أن يكون موجود قائد ميداني له القدرة على ضبط كل المجاهدين و يمتلك المهارات الفنية الكافية التي تضمن سلامة العمل.
- يجب على القائد توزيع مهام المجاهدين في الميدان بما يضمن سلامة المجاهدين و المدنيين.
- في أي عملية تفجير يجب أن يكون عدد المشاركين محدود ويمتلكون أجهزة اتصال هوائية للتواصل فيما بينهم أثناء العمل.
- تحذير مهم: المكلف بحمل الصواعق و التعامل معها في الميدان يجب أن يكون شخص واحد فقط و يمكنه التواصل مع الآخرين من خلال مجاهد آخر بعيد عنه مسافة معينة آمنة تضمن سلامته إذا حدث خلل لا قدر الله و بنفس الوقت يمكنه التواصل معه بسهولة.
- أثناء العمل في الميدان يجب أن يكون كل مجاهد خلف ساتر صلب قوي يحميه من موجة الانفجار و من الشظايا المتطايرة.
- وجود طاقم مسعفين مع إسعاف واحد على الأقل مجهزين بكل الاحتياجات اللازمة.
- اتخاذ قرار التفجير يكون من القائد العام في الميدان بعد التأكد من سلامة كل التوصيلات و سلامة كل المجاهدين و المدنيين من خلال التواصل مع كل الفريق بأجهزة الاتصال المتوفرة.
- عند اتخاذ قرار التفجير من القائد يجب أن يتأكد من كل فريقه أن كل شخص فيهم استلم القرار من خلال جهاز الاتصال.

طرق تفجير الصواعق

يوجد العديد من المشعلات لتفجير الصواعق حسب الاحتياج، وقد صُنفت هذه المشعلات إلى عدة أصناف بحسب نوعية المشعل.

أولاً: المشعلة الميكانيكية *Mechanic Igniter*:

تم تصميمها واستخدامها في الحرب العالمية الثانية، وهي عبارة عن أداة عملية لإشعال الفتيل في كافة الظروف المناخية المحيطة. و فكرة عملها هي: ماسورة شد عادية متصلة بقطعة نحاسية أو حديدية و منها بلاستيكي حالياً، تحتوي على كبسولة وفيها فتحة لتثبيت الفتيل بواسطة برغي تثبيت. يوجد فيها عدة ثقوب جانبية لتخفيف الضغط الناتج عن الاحتراق بعد ضرب الكبسولة و اشتعال الفتيل (يجب أن يكون رأس الفتيل موازياً لوسط هذه الثقوب). تغلق هذه الثقوب بواسطة شريط لاصق - بشرط احتراقه و فتح الثغور بعد الاشتعال - لعزل الفتيل عن الرطوبة. كما هو موضح في الرسم التالي في المشعلة الأمريكية M60 Fuze Igniter التي استخدمت في الحرب الفيتنامية:

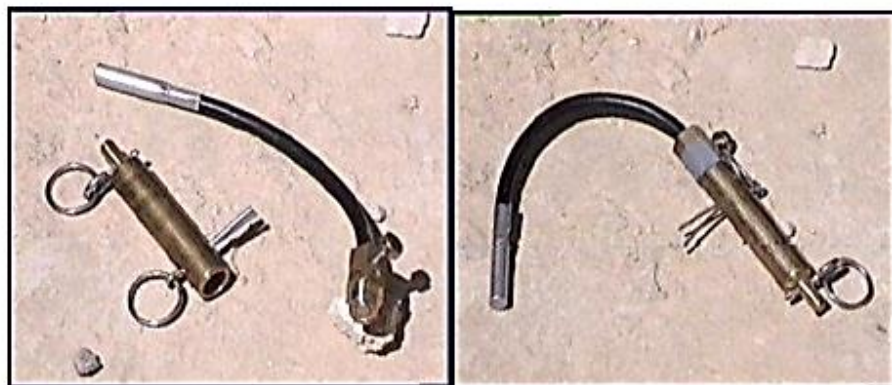


M60 FUSE IGNITOR ASSEMBLY

INERT



الـمـشـعـلـة الأمريكيّة M60 Fuze Igniter



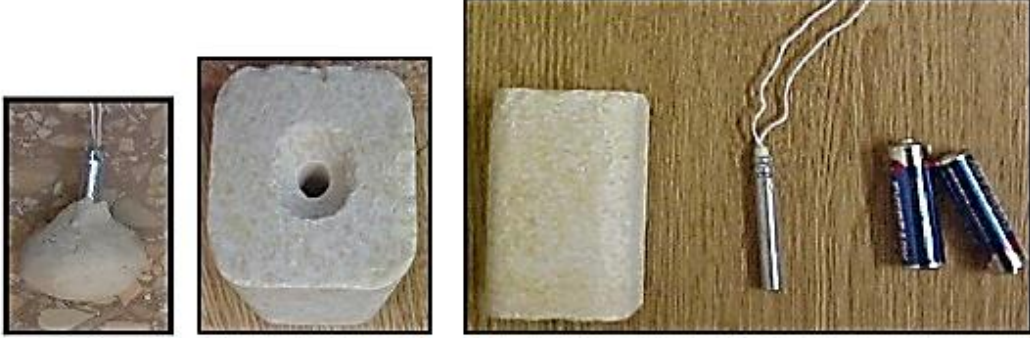
مشعل ميكانيكي يشعل الفتائل الاشتعالية يستخدم لمرة واحدة



لمشعلة الميكانيكية M-2 المقاومة للماء

ثانيا: المشعلة الكهربائية Electric Igniter:

تتكون المشعلة الكهربائية من مصدر كهربائي (البطارية أو مينا تور تفجير)
ملاحظة: يجب تثبيت الصاعق جيدا في داخل المادة المتفجرة قبل التفجير.





إميتاتور التفجير القديم و الحديث

* مشعل الفتيل الإشتعالي أو الصاعق العادي بالكهرباء *Igniter Safety Fuze Electric*



هذا مشعل كهربائي من ماسورة نحاسية صمم بحيث يرتبط بالفتيل المشتعل أو الصاعق العادي بشرط أن يكون القطر متقارب من بين الجهتين. المشعل يتكون من ماسورة نحاسية أو من الألمونيوم مفتوحة من جهة الاتصال بالصاعق العادي أو الفتيل الإشتعالي. مقاومة المشعل الكهربائي تساوي ١,٣ اوم. يوجد حاليا مشعلات كهربائية تأخيرية بالملي ثانية حسب الحاجة.

الماسورة الكهربائية لإشعال الفتيل:

هناك طريقة أخرى لإشعال الفتيل بواسطة مشعل كهربائي. هذا المشعل يمكن الحصول عليه من قص صاعق كهربائي. يتم وصل المشعل بالفتيل بواسطة أنبوب ألومنيوم صغير (٣سم) منقوب في وسطه بتقنين (٣ ملم) لتخفيف الضغط. تغلق هذه النقوب بواسطة لاصق التب لعزل الفتيل عن الرطوبة. يتم وصل الفتيل والمشعل بأنبوب الألومنيوم بواسطة بنسة الكبس.



مشعل كهربائي

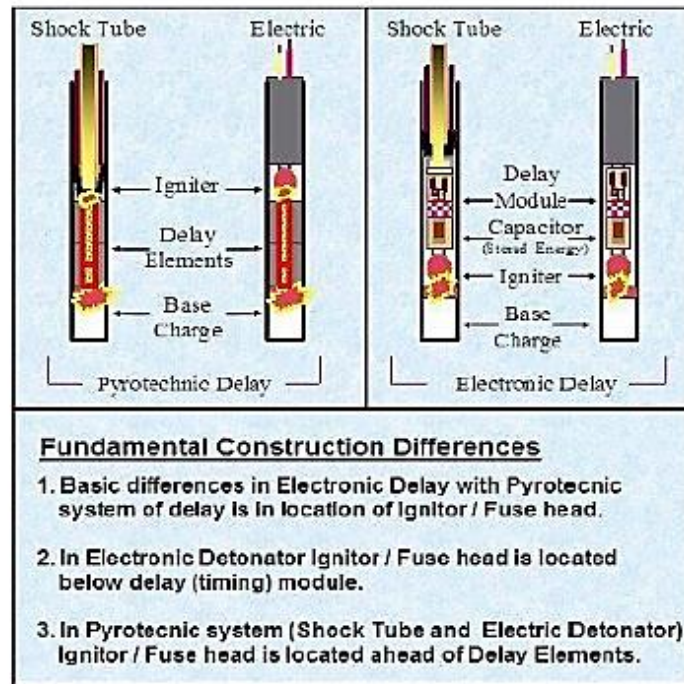
ثالثاً: مشعلة أنبوية الصدم Shock Tube Ignitor:

هي براءة اختراع جديدة حيث لا يستخدم فيها الكهرباء، و صممت في البداية للعمل في التطبيقات العسكرية، لكنها الآن تستخدم عسكرياً و مدنياً، تستخدم لتفجير الصواعق العادية و إشعال الفتائل الإستيعالية و أي خليط استيعالي. أنبوية الصدم تعتبر آمنة جداً في الاستخدام بالمقارنة مع الكهرباء لأنها لا تتأثر بالموجات الكهرومغناطيسية. تتكون من أنبوب من الألمونيوم أو سنانلس ستيل رقم ٣١٦ stainless steel وحالياً أصبح يوجد منها أنبوية صدم بلاستيكية. لا يستخدم فيها بطارية تفجير، وطولها يتراوح من ٣٠ متر و حتى ٣٢٠ متر حسب الحاجة، و هي ملفوفة على بكره، تبقى فعالة لمدة ١٠ سنوات إذا استخدمت بشكل صحيح، يمكن إشعالها من خلال شد سلك الأمان فقط و الذي يحتاج قوة شد تساوي ٢,٧ كيلو جرام.



صاعق عادي مقعر لحظي
مرتبط بأنبوية صدم بلاستيكي

صاعق عادي تأخيري ٢٥ ملي ثانية مرتبط
بأنبوية صدم بلاستيكي



رابعاً: مشعلة الاحتكاك Friction Ignitor:

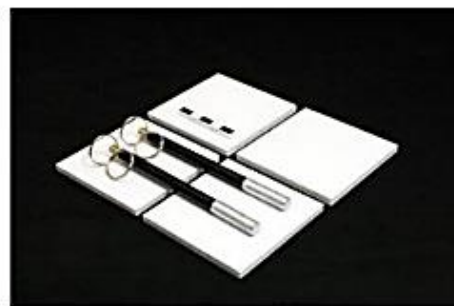


مشعل احتكاك تأخيري لمدة ١٥ ثانية



مشعل الاحتكاك M-1

خامساً: المشعلة الكيميائية Chemical Ignitor:



صاعق على هيئة قلم كيميائي تأخيري Chemical Time-Delay Pencil Detonator

سادسا: المشعلة النارية *Match Ignitor*:



الخليط الإشتعالي الموجود على رأس الأصبع الخشبي يتم اشتعاله من خلال الاحتكاك مع الشريط الإشتعالي، لكن ما يميز هذا الاشتعال أنه عندما يشتعل يولد حرارة عالية و دخان لكن بدون لهب، لذلك في يستخدم في التطبيقات العسكرية لإشعال الفتائل الإشتعالية.

سابعا: المشعل الليزري *Laser Ignitor*:

نادرا ما يستخدم، و يتم تحفيز المتفجرات للانفجار من خلال ألياف بصرية.

الفتائل Fuse

هي وسيلة نقل للموجة الانفجارية أو الشعلة من مكان إلى مكان آخر.

الفتائل تقسم إلى قسمين من حيث الوظيفة:

١. الفتائل الإشتعالية *Burning Fuse*.

٢. الفتائل الانفجارية *Detonating Fuse*.

أولاً: الفتيل الإشتعالي *Burning Fuse*

عبارة عن أنبوب (بلاستيكي - زفتي - قماشي) بداخله مادة مشتعلة وهو أحد وسائل نقل الشعلة. لا يحتاج إلى الأكسجين الخارجي لأنه جزء من مكونه الرئيسي، بمعنى أنه يمكن إشعاله تحت التراب وفي الماء شرط أن يكونا طرفي الفتيل خارج الماء وكذلك الغلاف الخارجي من النوع العازل.

خصائص الفتيل الإشتعالي:

- يعود تاريخ اكتشاف الفتيل الإشتعالي إلى القرن العاشر عندما كان يستخدمه الصينيون في الألعاب النارية على هيئة بارود أسود في ورقة ملفوفة ثم يقومون بإشعالها.
- استخدم ويليام بيكفورد الفتيل الإشتعالي لأول مرة عام ١٨٣١، واستخدم فيه البارود الأسود.
- كمية الغاز الناتجة من احتراق ١ سم من الفتيل الإشتعالي تساوي ١٥ - ٢٠ مل لتر غاز، معظمه من غاز ثاني أكسيد الكربون لكن يوجد أيضاً نيتروجين وأول أكسيد الكربون وأول أكسيد النيتروجين.

- يجب عدم ثني الفتيل حتى لا تتباعد حبيبات البارود عن بعضها.
- يجب عزل طرفي الفتيل عند التخزين بمادة عازلة، حتى لا تتسرب الرطوبة إلى الفتيل.
- قبل استخدام الفتيل نقوم بأخذ قطعة منه لتجريبها (قياس زمن اشتعال الفتيل).
- الفتيل الإشتعالي العسكري يكون لونه أسود أو أخضر جيشي والتجاري لونه برتقالي فسفوري لتمييزه عن الفتيل المتفجر الذي يأتي بألوان فاتحة، مع العلم يوجد الكثير من الألوان حسب الدول والشركات المصنعة.
- تستخدم في تجيير الصواعق العادية.
- يوجد منه فتائل مضادة للماء ومنه فتائل غير مضادة للماء.
- بعض الفتائل التي تحتوي على ميزان أكسجين جيد تستخدم في المناجم والأنفاق لأن الغازات الناتجة من احتراقه لا تكون سامة.
- بعض الفتائل عندما تشتعل لا يمكن رؤية نيران اشتعالها، بمعنى يكون احتراقها داخلي فقط وفي بعض الفتائل يمكن رؤية نيران اشتعالها، فيكون احتراقها داخلي وخارجي.
- لا فرق بين الفتائل الإشتعالية المختلفة في سرعة الاشتعال من حيث الشكل ولكن يمكن التمييز بينهم بإشعال قطعة فتيل، فالفتيل البطيء سرعته ١ سم في الثانية تقريباً أما الفتيل السريع فسرعته ٣٠ سم في الثانية، أما الفتيل اللحظي فسرعته قد تصل ٣٣ متر في الثانية.
- سرعة اشتعال الفتيل التأخيري تختلف باختلاف نوع الفتيل وحتى باختلاف لفة الفتيل أحياناً، لذلك يجب دائماً فحص عينة من نفس الفتيل قبل استخدامه.
- تتغير سرعة الاشتعال باختلاف الظروف المحيطة كالتغير الكبير في درجة الحرارة.
- التأكد من سرعة الفتيل يجب أن تتم في نفس مكان استعماله. وينبغي أخذ الاحتياطات الكامل عند استعماله تحت الماء لأن سرعة الاشتعال ترتفع باضطراب مع العمق. لذلك يجب فحص عينة تحت الماء إذا ما أريد استخدام الفتيل تحت الماء.
- على درجات الحرارة المنخفضة جداً يصبح الغلاف الخارجي هشاً ويتكسر بسهولة.
- الفتائل الإشتعالية العسكرية الأمريكية يوجد منها نوعين: "Safety Fuse" و "M 700 Time Fuse".

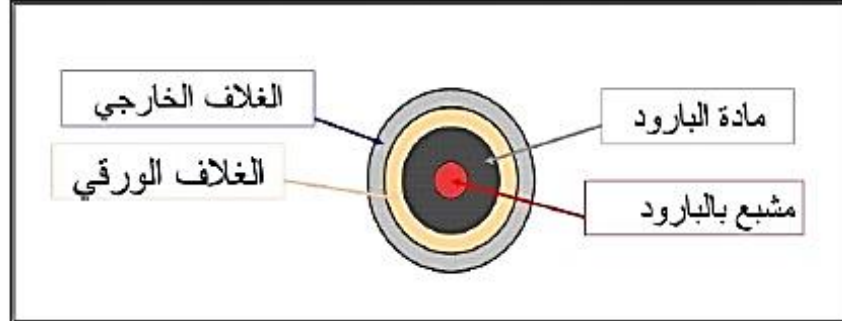
أقسام الفتيل الإشتعالي:

- إذا أخذنا مقطع عرضي للفتيل فإننا سنجدته يتكون من الأقسام التالية:
- ١. غلاف خارجي: ويوجد منها عدة أنواع:
- بلاستيكي: يستخدم في الأماكن العالية الرطوبة وسائر الأماكن، وهو الأكثر شيوعاً في الاستخدام ونجده بألوان مختلفة.
- زفتي: يستخدم في الأماكن الرطبة.
- قطني أو قماشى: يستخدم في الأماكن الجافة.

٢. غلاف داخلي (خيوط كتان): وهو من القماش ملفوف بعكس الغلاف الأول.

٣. البارود: أسود مائل لونه إلى الرمادي.

٤. خيط مشبع بالبارود: دوره المحافظة على استمرار الشعلة في حالة حدوث انقطاع في البارود.



قطاع عرضي في الفتيل الإشتعالي

وينقسم الفتيل الإشتعالي إلى ثلاث أنواع من حيث السرعة:

١. الفتيل البطيء Slow Match.

٢. الفتيل السريع Quick Match.

٣. الفتيل اللحظي Instantaneous Match.

١. الفتيل الإشتعالي البطيء Slow Match Fuse:-

- سرعته: ٠,٥ - ٣,٥ سم/ث حسب الدولة المصنعة، وفي دولة العدو يستخدموا فتيل سرعته ٣ سم/ث. يستخدم الفتيل

لإعطاء مدة أمان ليتمكن العناصر من الابتعاد عن مكان الانفجار. لذلك يسمى الفتيل الأمان Safety Fuse.



فتيل اشتعالي بطيء، اشتعاله داخلي خارجي



فتيل اشتعالي بطيء مقاوم للماء قطره ٥,٥ ملم

وسرعة اشتعاله ١ سم/ثانية



فتيل اشتعالي بطيء، سرعة اشتعاله ٠,٦ سم/ثانية



فتيل اشتعالي صيني الصنع غير مقاوم للماء،
سرعة اشتعاله ١ سم / ثانية



فتيل اشتعالي بطيء مقاوم للماء، سرعة اشتعاله 1 سم/ثانية



فتيل اشتعالي بطيء، سرعة اشتعاله ١,٣ سم/ثانية



فتيل بيكفورد، سرعة اشتعاله ١ سم/ثانية



فتيل اشتعالي ألماني، سرعة اشتعاله ٣,٥ سم/ثانية

٢. الفتيل الإشتعالي السريع Quick Match Fuse :-

- سرعته: من ٢٧ - ٩٠ سم/ث.
- البارود في الفتائل السريعة يكون انعم نسبياً.
- يستخدم في الشراك الخداعية أو كشرك حيث يتم انفجار العبوة والفتيل فور إشعاله مما يؤدي إلى انفجار العبوة في المنفذ.
- لا يمكن تمييزه من حيث الشكل مع الفتيل البطيء لذا قبل إشعال أي فتيل نقوم بإشعال جزء من الفتيل عن طريق مسكه بواسطة كمامة.



فتيل اشتعالي سريع، سرعة اشتعاله ٦٠ سم/ثانية

٣. الفتيل الإشتعالي اللحظي Instantaneous Match Fuse:-

- يستخدم فيه البارود الأسود والنيتروسليلوز.



شريط اشتعالي عريض، سرعة اشتعاله ١٠ متر/ثانية



فتيل اشتعالي سريع، سرعة اشتعاله ٥ متر/ثانية



فتيل L1A1 الإشتعالي اللحظي

- قطر الفتيل ٥,٢ ملم.

- عمره الزمني ٣ سنوات.

- طول البكرة ٧٠ متر.

- سرعة الاشتعال ٣٣,٥ متر/ثانية.

طريقة تثبيت الفتيل البطيء في الصاعق العادي:

- نقوم بتهيئة الفتيل عن طريق قطع أحد أطرافه بشكل عامودي ٩٠ درجة مئوية والطرف الآخر بزاوية ٤٥ درجة مئوية.
- نقوم بإدخال الفتيل من الجهة العامودية في الصاعق بهدوء أو بشكل برم حتى يسهل عملية الدخول بسهولة له وعندما نشعر بصعوبة في إدخاله نتوقف.

- نستخدم كماشة أو بنسة، ونقوم بالضغط على طرف الصاعق العلوي لتثبيت الفتيل داخل الصاعق.
- يمنع الضغط بقوة على جسم الصاعق وبالتالي الضغط على الفتيل مما يؤدي إلى انفجار الفتيل بعد اشتعاله لانهباس الغازات. علماً أن هناك بعض الأدوات الآمنة للتعامل مع الصواعق الفتائل يفضل توفيرها.
- إدخال الصاعق داخل العبوة عند العمل فقط.

ملاحظة: أثناء تثبيت الفتيل بالصاعق يكون كعب الصاعق باتجاه منطقة ميتة ويعيد عن الجسم.



مثال على أغبي تصرف يمكن أن يقوم به الشخص وهو ضغط الصاعق بالأسنان

طريقة إشعال الفتائل الاشتعالية:

لإشعاله نقوم بالخطوات التالية:

- قبل العمل في هذه الفتائل نقوم بقص ١٠ سم من بداية الفتيل ونتلفها، والسبب يعود أنه من الممكن أن تكون الفتيلة فاسدة أو رطبة. ثم نقطع الطول الذي نحتاجه وذلك حسب مدة التأخير التي نريدها.
- نمسك الفتيل من جهة ٤٥ درجة المراد اشتعالها، وذلك في حال عدم وجود المشعل العسكري الميكانيكي مثل M60.



- نمرر الفتيل بين الأصابع بحيث نجعل الفتيل تحت الوسطى وفوق السبابة والبنصر، ثم نقوم بتثبيت رأس عود النقاب على رأس الفتيل وعلى الوسطى ونضغط على العود بالإبهام، ثم نمرر علبة الكبريت على العود لإشعاله، ونعرف أن الفتيل اشتعل بمجرد خروج شرارة متصلة من الفتيل.



ملاحظة: يمكن إشعال أكثر من فتيل بواسطة فتيل واحد، وذلك بعد قطع الفتائل المراد إشعالها، بزاوية ٤٥ درجة ليسهل اشتعالها، وزيادة في الضمان نقوم بوضع رأس عود الكبريت بينهما ولفهما بشرط لاصق. وتستخدم هذه التوصيلة بين الفتائل الاشتعالية البلاستيكية من الخارج.



- يمكن كذلك التوصيل بين الفتائل الاشتعالية البلاستيكية بالطريقة التالية.



- في الفتائل الاشتعالية التي تشتعل داخلياً وخارجياً يمكن ربطها بالطريقة التالية، بشرط ربط ١٠ سم على الأقل بين الفتيلين.

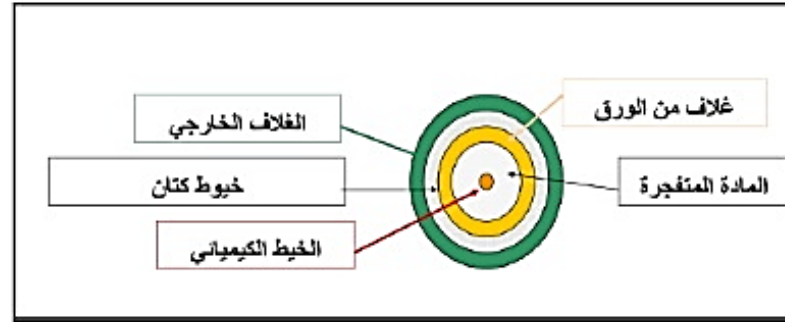


ثانياً: الفتيل الانفجاري

هو وسيلة نقل للموجة الانفجارية. وهو يحتوي على مواد نصف حساسة، بمعنى أنه يجب أن يتلقى الموجة الانفجارية ليقيم بنقلها سواء كان ذلك من تفجير صاعق أو شحنة متفجرة ملامسة له، ويسمى الفتيل الانفجاري أحياناً بفتيل الكورتكس.

أقسام الفتيل الانفجاري:

١. غلاف بلاستيكي خارجي (يأتي بألوان مختلفة).
٢. خيوط كتان لحفظ المواد.
٣. غلاف من الورق.
٤. المواد المتفجرة: RDX أو بيتان PETN أو HMX.
٥. خيط كيميائي.



مقطع عرضي للفتيل الانفجاري

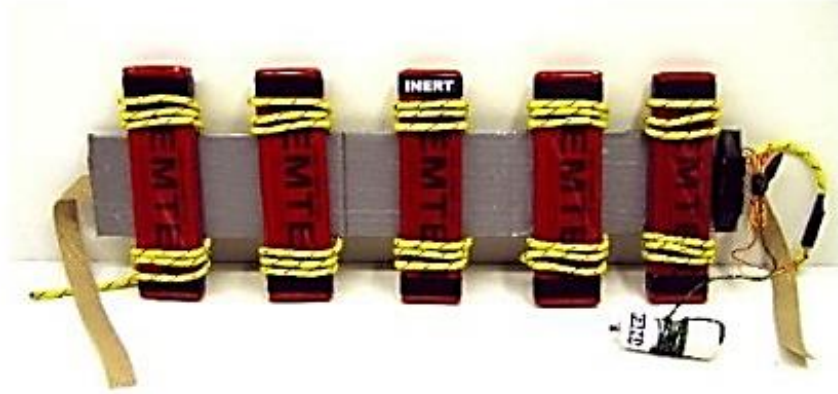
خصائص الفتيل الانفجاري:

- الفتائل الانفجارية تسمى تجارياً بريماكورد Primacord، Primex، Detacord Detonating Fuse، كوردتكس Cordtex.

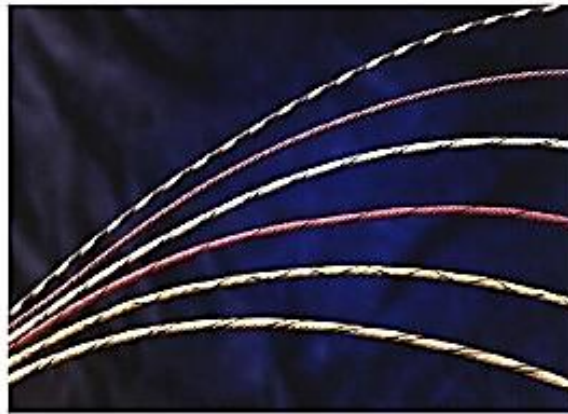


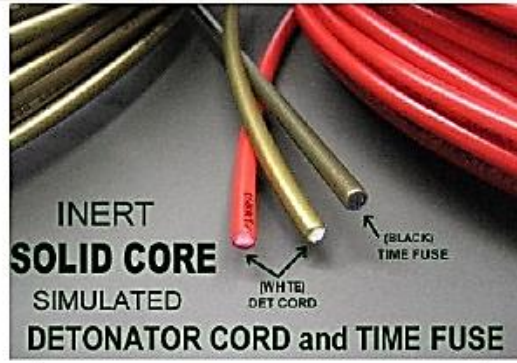
- يحتاج إلى موجة انفجارية بواسطة صاعق أو شحنة متفجرة لتفجيره.
- يعتبر بمثابة صاعق للعبوات التي لا تحتوي على صاعق.
- يمكن أن نفجر عدة حشوات في آن واحد باستخدامه.
- يمكن عمل وصلات وتفرعات منه بسيطة ومركبة.
- سرعة انفجاره من ٥٠٠٠ إلى ٨٠٠٠ م/ث حسب نوعه.

- يحتوي على مواد نصف حساسة مثل PETN أو RDX أو HMX.
- يمكن أن ينفجر إذا تعرض بقوة شد قدرها (١٥) كجم /سم^٢.
- يحترق ببطء.
- الغلاف يكون دائماً مادة بلاستيكية.
- يمكن استخدامه في قطع الأشجار أثناء الحرب والسلام.
- يستعمل الفتيل الانفجاري في معظم عمليات النسف في حال توفره وذلك لسهولة وأمان التعامل معه. كما يمكن استعماله تحت سطح الماء في حال إبقاء طرفيه خارج الماء أو عزلهما عن الماء.
- لا يستعمل تحت الماء بعد أكثر من عشر ساعات.
- يمنع تعريضه لحرارة الشمس لفترة طويلة.
- يمكن أن يستخدم في صنع الأحزمة الناسفة.



- هذا الفتيل لا يفقد خصائصه عند تعرضه لأشعة الشمس ولكن الغلاف يصبح قاسياً.
- يجب تجنب طي وحرف الفتيل بزوايا ضيقة لإمكانية انحراف الموجة الانفجارية وبالتالي توقفها.
- ملاحظة: لا نعتد لون الفتيل الخارجي في التفريق بين الفتائل الإشتعالية والفتائل الانفجارية، فلكل دولة بيئة استخدام للون الذي تعتمد وإنما نفرق بينها بلون المحتوى، ففي الفتيل الإشتعالي يوجد (بارود رمادي اللون) وفي الفتيل الانفجاري يوجد (مادة متفجرة بيضاء اللون).





INERT - NON HAZARDOUS



الفتيل المتفجر الأبيض 10 - DETONATING CORD

- يحتوي على ١٠ جرام بيتان لكل واحد متر.
- السرعة الانفجارية: ٦٨٠٠ متر/ثانية.
- قطره ٤,٧٥ ملم.



الفتيل المتفجر الأزرق 5 – DETONATING CORD

- يحتوي على ٥ جرام بيتان لكل واحد متر.
- السرعة الانفجارية: ٦٨٠٠ متر/ثانية.
- قطره ٤,٣ ملم.



الفتيل المتفجر L5A1

- كل بكرة تحتوي ٧٠ متر.
- السرعة الانفجارية ٦٠٠٠ متر/ثانية.
- مقاوم للماء.
- قطره ٥,٥ ملم.
- يعمل في درجة حرارة - ٤٠ إلى + ٧٠.
- العمر الزمني له ١٠ سنوات.
- كل متر من الفتيل يحتوي ١٠ جرام من مادة PETN.



٣,٠	٥,٠	٦,٦	٨,٠	١١,٥	قطر الفتيل (ملم)
٦	١٢	٢٠	٤٠	٨٠	كمية المتفجرات (جم)
6800	6800	6800	6800	6800	السرعة الانفجارية (م/ث)

- توجد فتائل تحتوي على ١٢٠٠ جرام لكل واحد متر تستخدم في أغراض خاصة.

توصيلات الفتائل الانفجارية

١. توصيل فتيل متفجر بصاعق:



وصل صاعق كهربائي بالفتيل الانفجاري



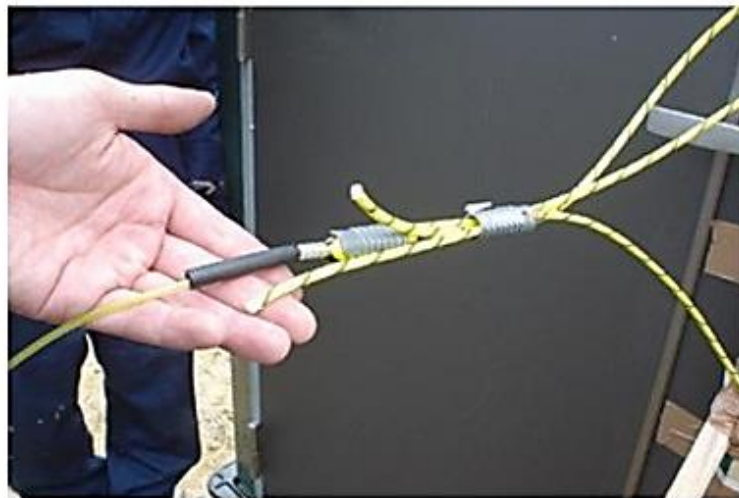
طريقة ربط صاعق عادي بثلاث فتائل انفجارية



وصل صاعق كهربائي بالفتيل الانفجاري



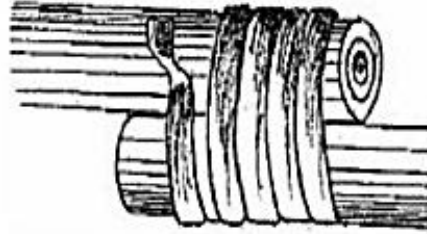
وصل صاعق طرفي (عادي) بالفتيل الانفجاري



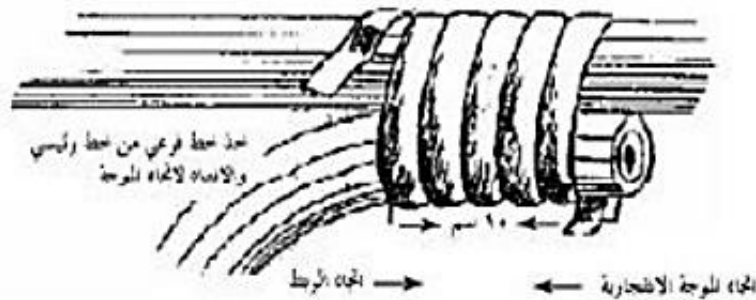
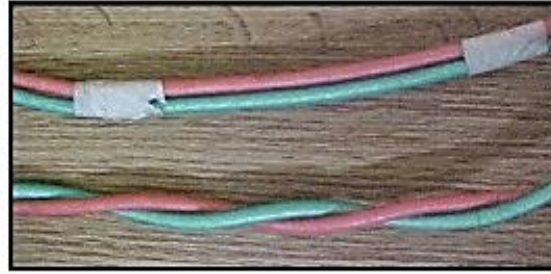
وصل صاعق طرفي (عادي) بالفتيل الانفجاري

٢. توصيل فتيل متفجر بآخر:

- بطريقة الملامسة: على أن تكون مسافة الملامسة لا تقل عن ١٠ سم، ويتم التثبيت بواسطة شريط لاصق أو سلك ويشد بقوة وتستعمل هذه الطريقة لإكمال خط رئيسي أو لأخذ خط فرعي من خط رئيسي كما هو موضح بالشكل، والانتباه لاتجاه الموجة الانفجارية عند ربط الخط الفرعي لأنه إذا كان عكس الموجة فسوف ينقطع الانفجار.

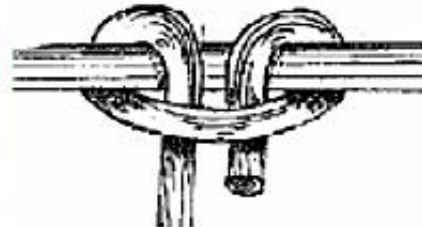


مسافة الملامسة لا تقل عن ١٠ سم

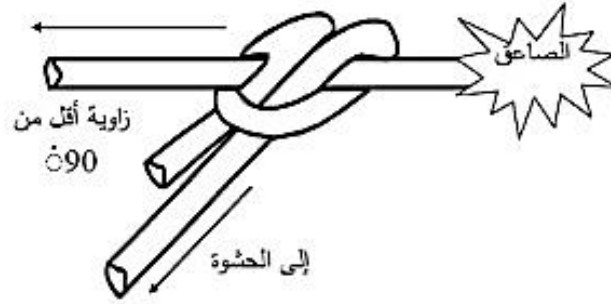


اتجاه الموجة الانفجارية

- بطريقة عقدة ورقة الشجر أو الفراشة: تستخدم لأخذ خط فرعي من خط رئيسي وعند عدم معرفة اتجاه الموجة.

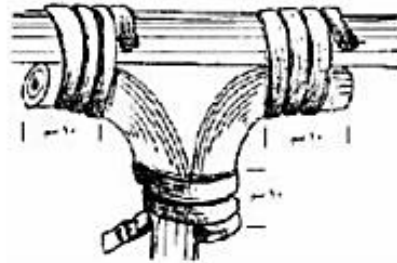


عقدة ورقة الشجر أو الفراشة



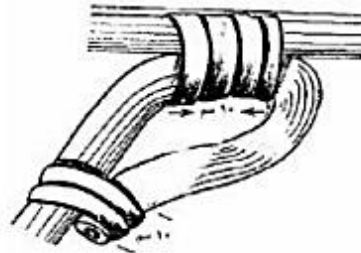
ملاحظة: يجب أن تكون الزاوية المؤلفة بين الفتيل الرئيسي والفتيل المتفرع أقل من ٩٠ درجة.

- بطريقة حرف Y: لأخذ خط فرعي من خط رئيسي وعند معرفة اتجاه الموجة، على أن تكون مسافة الملامسة للأطراف لا تقل عن ١٠ سم.



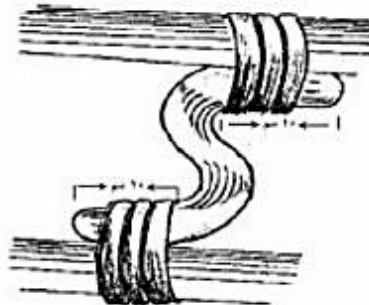
توصيلة حرف Y

- بطريقة حرف P: وتستخدم أيضاً بأخذ خط فرعي من خط رئيسي وعند عدم معرفة اتجاه الموجة، على أن لا تقل مسافة الملامسة عن ١٠ سم.



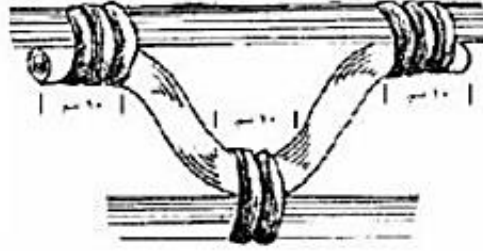
توصيلة حرف P

- بطريقة حرف S: وتستخدم عند معرفة اتجاه الموجة، ولتوصيل خط رئيسي، وبالإمكان وضع حشوة في هذه التوصيلة.



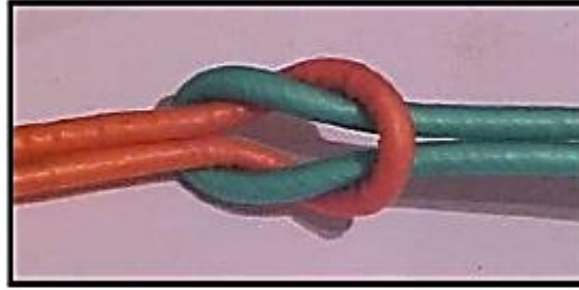
توصيلة حرف S

- بطريقة حرف U: وتستخدم عند عدم معرفة اتجاه الموجة، ولتوصيل خط رئيسي، بحيث تكون مسافة التلاقي لا تقل عن ١٠ سم.



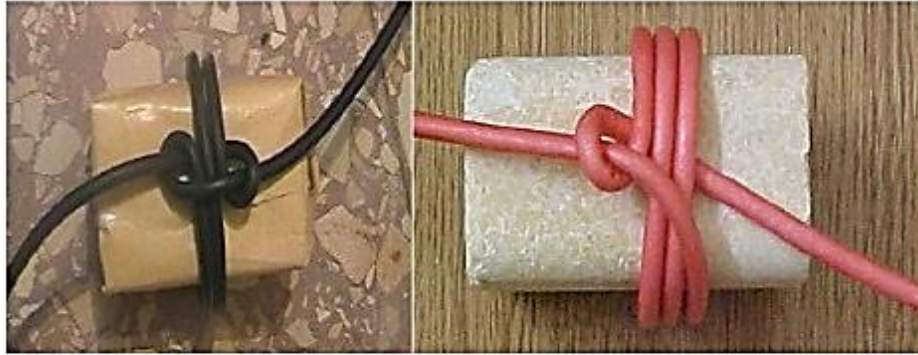
توصيلة حرف U

- بطريقة الطرفين المجدولين:



٣. وصل الفتيل بالحشوات:

- فإذا كانت المادة المتفجرة صلبة مثل TNT فيجب حفر ثقب في المادة بقدر قطر الصاعق تقريباً، بحيث يكون الصاعق في منتصف القالب تقريباً. وأما إذا كان المستخدم فتيل انفجاري فنقوم بعقد الربطة الوتدية حول القالب ونشدها جيداً كما هو موضح بالشكل.



طريقة ربط الفتيل الانفجاري على قالب TNT

- فإذا كانت المادة المتفجرة عجينية مثل C4 فيجب وضع الصاعق في منتصف المادة تقريباً، كما ويجب لف المادة العجينية بعد وضع الصاعق بلاصق أو ورق وشده بواسطة خيط حتى لا يتحرر الصاعق من مكانه أثناء الإعداد أو النقل أو الزرع. وأما إذا كان المستخدم فتيل انفجاري يفضل عمل ربطة المشنقة ووضعها في داخل المادة العجينية وتثبيتها جيداً مع المادة.



طريقة ربط الفتيل الانفجاري لوضعه داخل المواد العجيئية

الأدوات المستخدمة للتعامل مع الصواعق

بنسبة الصاعق M2:

وتستعمل لكبس الصاعق الإشتعالي على الفتيل التأخيري أو الفتيل الانفجاري. كبس الصاعق على الفتائل يجب أن يكون كافياً لضمان عدم انفصال الفتيل عن الصاعق ولكن الكبس لا يجب أن يكون كبيراً بشكل أنه يؤثر على احتراق البارود أو انفجار المواد في الفتائل. البنسبة M2 مصممة لتكبس بمقدار معين ومناسب للشرط المذكور آنفاً. الجزء الخلفي من فكي البنسبة حاد ويمكن استعماله لقطع الفتائل الانفجارية والاشتعالية. إحدى ذراعي البنسبة ذا رأس دائري ومحدب ويستعمل لفتح فجوة للصاعق في المواد المتفجرة. رأس الذراع الأخرى مصنوع على شكل مفك للبراغي.



سلسلة التفجير Explosive Train

تعريف:

هي سلسلة ترتيب المواد المتفجرة من المواد المتفجرة الحساسة إلى المواد المتفجرة النصف حساسة ومن ثم إلى المواد الأساسية الخاملة. ويطلق على سلسلة الانفجار الأسماء التالية، سلسلة التحفيز Initiation Sequence أو خط النار Firing Train.

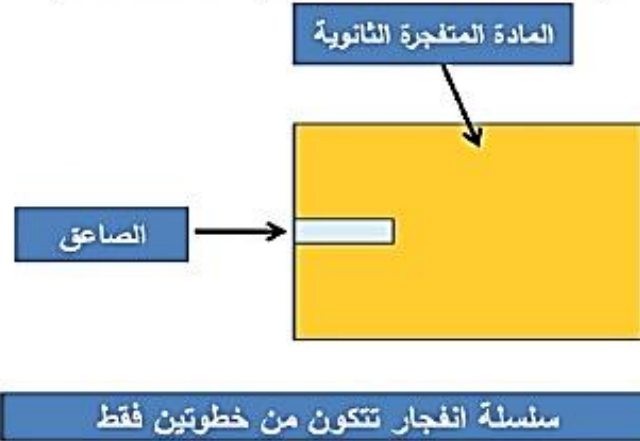
يوجد نوعين من سلاسل الانفجار:

١. سلسلة المتفجرات الضعيفة (المشتعلة) Low-Explosive Trains:

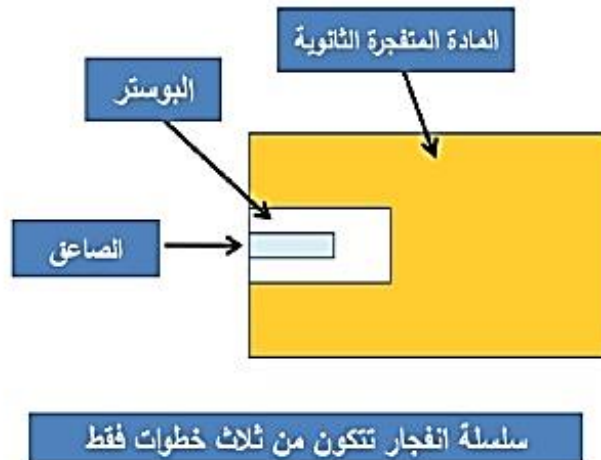
مثال عليها: سلسلة تحفيز انطلاق المقذوفات الخفيفة والثقيلة، والتي تتكون من بادئ الكبسولة ومن ثم المادة الدافعة. نلاحظ أن هذه السلسلة تتكون من خطوتين فقط.

٢. سلسلة المتفجرات القوية (المتفجرة) High-Explosive Trains ويوجد منها:

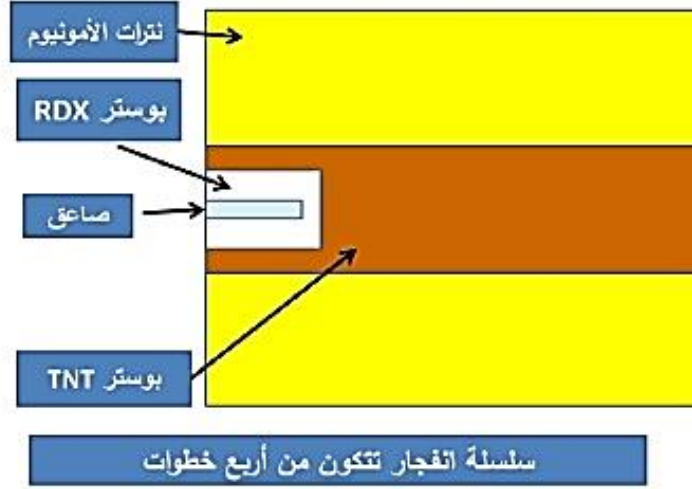
- خطوتين: تبدأ بالصاعق ومن ثم المادة المتفجرة الأساسية، مثل (الصاعق والديناميت).



- ثلاث خطوات: تبدأ بالصاعق ثم البوستر Booster ومن ثم المادة المتفجرة الأساسية، مثل (الصاعق، بوستر RDX، مادة متفجرة أساسية TNT).



- أربع خطوات: تبدأ بالصاعق ثم البوستر Booster، ثم بوستر آخر ومن ثم المادة المتفجرة الأساسية، مثل (الصاعق، بوستر RDX، بوستر TNT عمود وسط، مادة متفجرة أساسية نترات اليوريا أو نترات الأمونيوم).



لتقييم أي عملية انفجار فإننا نركز على نقطتين:

١. تحقيق الهدف من الانفجار، مثلاً تدمير مبنى كاملاً أو اختراق دبابة وتدميرها.. إلخ، وبذلك نحكم على مجمل عملية الانفجار بالنجاح الكامل أو الجزئي أو الفشل.
٢. انفجار كامل المادة.

فكما هو معلوم لدينا أن المتفجرات السريعة تصنف إلى عدة أنواع:

١. مادة بادئة حساسة (بادئ انفجار).
٢. مادة ثانوية حساسة (مادة متفجرة نصف حساسة).
٣. مادة ثانوية خاملة (حشوة رئيسة).

حيث أن عملية الانفجار تقسم إلى ثلاث حالات من حيث نتيجة الانفجار:

- انفجار تام: انفجار كامل المادة.
- عجز انفجار: انفجار جزء من المادة فقط.
- فشل انفجار: عدم انفجار المادة.

* عندما نقوم بترتيب المواد المتفجرة في أي انفجار يجب مراعاة الأمور التالية:

١. الحساسية: مدى استجابة المادة للمعرض الخارجي. مثل: الحرارة، الطرق، الاحتكاك.. إلخ.
٢. السرعة: سرعة تحول المادة إلى غاز (سرعة الغازات المنطلقة).
٣. القوة: قوة تأثير المادة، وتقاس نسبة إلى TNT. فمثلاً قوة النيتروجليكول = ٢ من TNT.
٤. الشراسة: وتقاس نسبة إلى TNT. فمثلاً شراسة HMX - ١,٣٥ من TNT.
٥. النقاوة: نسبة وجود الشوائب في المادة.
٦. الكثافة: ونقصد بها الكثافة النوعية للمواد المتفجرة. و(الكثافة المطلقة لكل مادة متفجرة).

ولإتقان التعامل مع سلسلة التفجير يجب دراسة خواص المواد المتفجرة جيداً قبل استخدامها في العبوات المطلوبة لتحقيق الهدف الأساسي من الانفجار وضمان الانفجار الكامل لكل المادة المتفجرة.

ولفهم تأثير الانفجار فإننا نلخصه في ثلاث عبارات:

١. حجم الغازات الناتج عن التفجير.
٢. سرعة هذه الغازات.
٣. درجة الحرارة الناتجة عن عملية التفجير.

علاقات وقواعد مهمة في سلسلة التفجير يجب الانتباه لها عند توظيف المتفجرات:

- كلما زادت كثافة المادة (الكثافة المطلقة) كلما زادت قدرتها (قوتها وشراستها)، والعكس صحيح.
- كلما زادت الكثافة انخفضت حساسية المادة والعكس صحيح، لذلك فهي تحتاج إلى محرض (صاعق) قوي وعنيف.
- كلما زادت درجة نقاوة المادة المتفجرة الخاملة زادت حساسيتها إلى حد معين وهو عدم قدرتها للتحويل إلى مادة حساسة، والعكس صحيح.
- كلما كان الصاعق ضعيفاً كلما ازداد صعوبة تحول المادة المتفجرة الخاملة إلى غاز خلال فترة قياسية، وقد يحدث فشل في الانفجار أو انفجار جزئي.
- الحساسية مرتبطة بقدرة المادة على التحول إلى غاز وليست مرتبطة بسرعة تحولها إلى غاز.
- كلما زاد حصر المواد المتفجرة الخاملة الضعيفة مثل نترات الأمونيوم أو نترات البوريا (حتى نسبة معينة) زاد في سرعة الغازات الناتجة عن الانفجار مما يجعل الضغط الناتج عنها يزداد والأثر التدمير لها يكبر.

شروط ترتيب سلسلة التفجير (خط النار):

١. ترتيب وضع المواد وفقاً لـ (الحساسية الأكثر حساسية أولاً، السرعة الأسرع أولاً، القدرة الأكثر قدرة أولاً، النقاوة الأنقى أولاً، الكثافة) ويكون الترتيب وفقاً لتسلسل ذكر الخواص.
٢. يجب أن تكون المادة الحساسة في داخل المادة التي تليها الأقل حساسية، وملامسة لها من معظم الاتجاهات.
٣. يجب مراعاة التجانس في الطبقة الواحدة للحشوة (كامل المادة المتفجرة) عند الترتيب حتى ولو كان من نفس نوع المادة، فلا يصح خلط الـ TNT المطحون مع الصلب في نفس الطبقة مثلاً.
٤. نوع وقدرة البادئ (الصاعق) يلعب دور رئيسي في عملية ترتيب المواد ويجب التنبه له جيداً، فمثلاً إذا كان لدينا صاعق ضعيف مثل بيرو كسيد الأستون (الثلج الأبيض) و TNT صلب وآخر مطحون، فيجب ترتيب المواد كالتالي الثلج في البداية ومن ثم الـ TNT المطحون وبعده الـ TNT الصلب، ولو عكسنا المطحون بدل الصلب فلن يحصل انفجار (فشل).
- وفي حين لو كان لدينا بادئ قوي مثل صاعق نظامي فان الـ TNT الصلب يأتي أولاً يليه المطحون، ولا يصح العكس لأنه لو عكسنا المطحون مع الصلب فسيحصل غالباً ضعف في الانفجار. واختلاف النتيجة بسبب اختلاف قدرة الصاعقين.
٥. حشوة البوستر مادة متفجرة ثانوية حساسة لها قدرة وسرعة عالية، وتستخدم في تحريض وتفجير المادة المتفجرة الخاملة، نسبتها في المادة الخاملة من (٢ إلى ٥) %، ويحدد نوعها وكميتها بحسب حساسية وحجم ونوع المادة الخاملة

وكذلك على قدرة البادئ (الصاعق) دور حشوة البوستر هو نقل وتضخيم الموجة الانفجارية لضمان انفجار كامل الحشوة الرئيسية الخاملة، ويفضل أن يكون شكلها متناسب مع شكل الحشوة الرئيسية.

ملاحظة: كلما كانت قوة الصاعق أكبر وكذلك قدرة مادة البوستر كان انفجار العبوة تام وكان تأثير المادة الخاملة (الأساسية) أكبر.

سهولة التعامل مع سلسلة التفجير فإننا نقوم بترتيبها بالمجمل وفقاً للقواعد التالية:

١. قدم المواد العسكرية مثل TNT على المواد المدنية مثل نترات الأمونيوم ونترات اليوريا.
 ٢. استخدم مادة أزيد الرصاص في حال وجودها أكثر من فلمنات الزئبق.
 ٣. في المتفجرات الخاملة الأساسية قدم المواد العجينية (البلاستيكية) على المواد الصلبة.
 ٤. في وجود الصاعق الضعيف قدم المواد البودرية الشكل على المواد الصلبة.
- في وجود صاعق ضعيف ومادة متفجرة خاملة ذات كثافة عالية (صلبة)، قم بطحن جزء من المادة الخاملة لتقوم بدور حشوة البوستر وينفس نسبة حشوة البوستر. واحرص أن تكون المادة المطحونة ملائمة للمادة الخاملة الصلبة، في وسطها وعلى كامل طولها ما أمكن.



٥. في المتفجرات المدنية مثل نترات الأمونيوم، اخلطها ببودرة الأمونيوم إن توفرت أو على الأقل اخلط جزء منها مع بودرة الأمونيوم. في حين تم خلط المواد المدنية مع بودرة الأمونيوم يقدم الخليط في السلسلة عن المادة المتفجرة الخاملة المدنية.

٦. في المتفجرات الصلبة ضعيفة الحساسية المدنية قم بطحن كامل المادة لضمان انفجار كامل لها، واحصرها في وعاء معدن سمكه من ٠,٥ إلى ٢ سم بحسب كمية المادة للحصول على قوة أكبر للمادة.

٧. احرص على عدم إطالة سلسلة التفجير في المواد الخاملة لتجنب حدوث خلل، والجأ لذلك عند الحاجة فقط.

مثال على توظيف سلسلة التفجير:

توفر لدينا صاعق (فيه فلمنات الزئبق)، متفجرات مدنية نترات اليوريا ٥٠ كجم، TNT صلب ١٠ كجم مع العلم أن TNT شحيح. رتب المواد وفقاً لقواعد سلسلة التفجير؟

الحل:

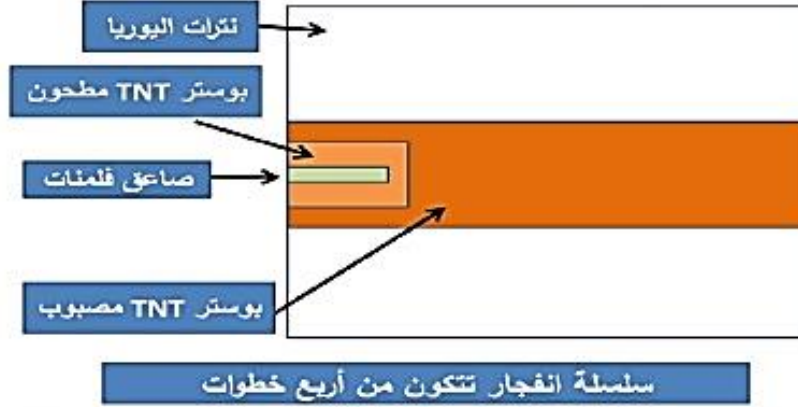
بما أنه لدينا صاعق ضعيف (فلمنات الزئبق) ومادة مدنية ضعيفة الحساسية والقوة، وبما أن TNT شحيح فإننا نقوم بالنالي:

١. نتأكد من نقاوة مادة نترات اليوريا أولاً من الأحماض والرطوبة، ثم نطحنها جيداً ويفضل خلطها مع بودرة أمونيوم إن وجد لزيادة حساسيتها.

٢. نحتاج إلى ٢,٥ كجم من TNT، ونقوم بطحن ٣٠٠ جرام منه.

٣. نرتب سلسلة الانفجار كما في الصورة.

٤. نضع نترات اليوريا في كايح معدني سميك ونوفر الكمية الباقية من TNT.



ملاحظة: الصاعق النظامي في معظم الأحيان لا يفجر لغم الدبابات لكثرة الشوائب الموجودة فيه، لذا يجب استخدام حثوة مساعدة بوستر مناسبة كـ C4 وفي حال تعذر وجود الحثوة المساعدة المناسبة فإننا نقوم بطحن جزء من المادة المتفجرة المستخدمة في اللغم ووضعها كبوستر علماً أن قدرة الانفجار ستقل نسبياً.

الموجة الانفجارية Explosive Wave

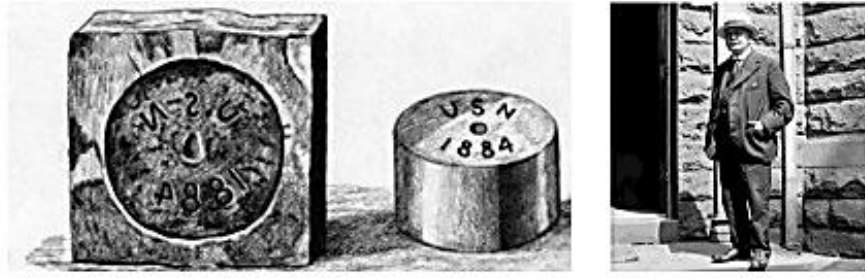
تعريف الموجة الانفجارية:

هي الغازات الناتجة والمتشكلة عن الانفجار والتي تؤدي إلى انقطاع وخلل مفاجئين في الخصائص الفيزيائية للمحيط نتيجة السرعة القصوى التي يتم بها التفاعل الانفجاري وما ينتج عنها من (صدمة، ضغط، حرارة). إن أساس هذه العملية هو التحلل الشديد لكمية صغيرة من المادة المتفجرة خلال فترة زمنية قياسية بواسطة صدمة موضعية أو نتيجة التسخين السريع حتى تصل إلى نقطة التحلل اللحظي.

نتيجة هذا الانفجار أو التحلل السريع للمادة المتفجرة يتولد عنه كمية كبيرة من الغازات والحرارة والضغط تؤثر على الطبقات المجاورة للمادة المتفجرة وكأنه صدمة جديدة تكرر العملية ذاتها على بقية أجزاء المادة المتفجرة والموجودة بالقرب من مركز الانفجار، تؤدي إلى انفجار كامل المادة، وتسمى هذه العملية بالتفاعل الذاتي الانتشار. إذ يكون التفاعل ذاتي الانتشار عندما تساعد الطاقة الناتجة عنه على استمراره دون الحاجة إلى طاقة خارجية حيث أن التفاعلات الانفجارية تبدأ بمؤثر خارجي لكنها تستمر بفعل الطاقة المنبعثة منها.

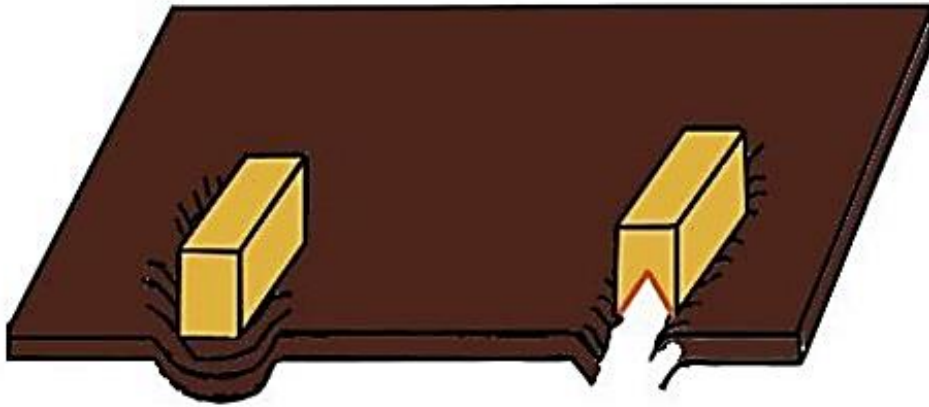
تاريخ الموجة الانفجارية:

توسع علم المتفجرات وتنوع بعد اكتشاف الموجة الانفجارية ودراسة خواصها، وكان ذلك قدراً من قبل العالم الأمريكي (تشارلز إدوارد مونرو Charles Edward Munroe) في مركز الأبحاث بنيويورك وذلك عام (١٨٨٨م) حيث لاحظ عند تفجير البارود القطني داخل قالب محفور عليه (USN 1884) أنه ترك أثر على الجسم الملامس للقالب محفوراً عليه نفس الأحرف، وقد عرف هذا الاكتشاف في حينها بظاهرة (مونرو). USN هي اختصار للكلمات التالية United States Navy والتي تعني الأسطول البحري الأمريكي. أما ١٨٨٤ فهي تاريخ إنتاج قالب البارود القطني.



تشارلز إدوارد مونرو

وتوالى بعدها تطوير هذه النظرية، حيث اكتشف العالم الألماني إيغون نيومان Egon Neumann عام ١٩١٠ أن TNT لو وضع على شكل مخروطي يمكنه اختراق الحديد بشكل أفضل عما لو كان بلوك مستطيل الشكل، ونشر هذا البحث في بريطانيا. في الصورة التالية نجد إذا وضعنا بلوك من TNT على لوح حديد وتم تفجيره سيكون الناتج انبعاج في الحديد فقط، في حين لو وضعنا بلوك TNT على هيئة مخروط سوف يتم تقطيع لوح الحديد.

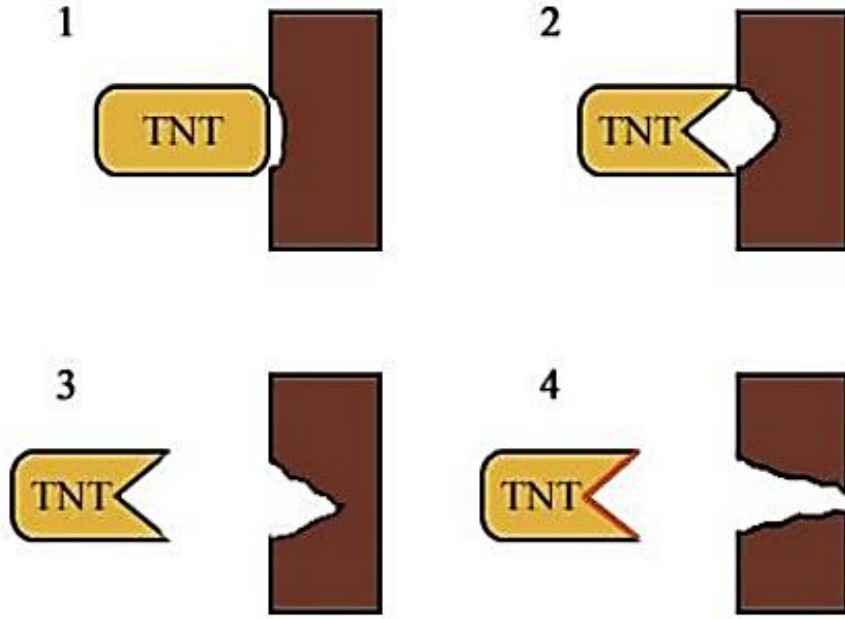


عام ١٩٣٥م قام المهندس الكيميائي السويسري هنري موهابت Henry Mohaupt بالعمل على أسلحة مضادة للدروع تستخدم للمشاة، وفي عام ١٩٣٩ توصل إلى استخدام معدن كبطانة لعبوة الخرق وتوصل أيضاً إلى مسافة المبعادة Stand-off Distance لازمة لعملية الانفجار. عام ١٩٤٠ توجه الكيميائي السويسري إلى الولايات المتحدة وبلغهم بالاكشاف وبدعوا بعمل أول سلاح مضاد للدروع يعمل على كل المفاهيم السابقة، وهو البازوكا Bazooka Project.

التجارب التي قام بها المهندس السويدي هنري موهابت Henry Mohaupt:

- (١) تفجير اسطوانة من مادة TNT ضد قطعة حديد صلب.
- (٢) تفجير اسطوانة من مادة TNT فيها تجويف وتفجيرها ضد قطعة حديد صلب بدون مسافة.
- (٣) تفجير اسطوانة من مادة TNT فيها تجويف وتفجيرها ضد قطعة حديد صلب مع مسافة لتشكل الموجة.
- (٤) تفجير اسطوانة من مادة TNT فيها تجويف ومبطنة بمعدن النحاس وتفجيرها ضد قطعة حديد صلب مع مسافة لتشكل الموجة.

* إن انفجار عبوة خرق موجة ذات حجم معين من مادة متفجرة يساوي ١٠ أضعاف هذه المادة في عبوة غير موجة.



في عام ١٩٤١ صمم الأمريكيان صاروخ (٢,٣٦) بوصة المعروف باسم (بازوكا Bazooka)، واستخدم في الحرب العالمية بكثرة ضد الدبابات الألمانية.

في عام ١٩٤١ صمم الأمريكيان صاروخ (٢,٣٦) بوصة المعروف باسم (بازوكا Bazooka)، واستخدم في الحرب العالمية بكثرة ضد الدبابات الألمانية.



عام ١٩٤٠م كانت بريطانيا تعمل على إنتاج أول عبوة خرق وفعلاً قامت بتصنيع أول قنبلة تطلق من خلال كأس حديدي في مقدمة بندقيّة EY Rifle وسميت القنبلة Grenade, No. 68 /AT. ولكن بدون مسافة المباعده وتعتبر هذه القنبلة هي أول سلاح يستخدم ضد الدروع High Explosive Anti Tank (HEAT) والتي كانت تخرق ٥٠ ملم في الحديد. وكانت تحتوي ١٥٦ جرام من خليط بينتوليت Pentolite. وتنفجر عندما تصدم في الدبابة.





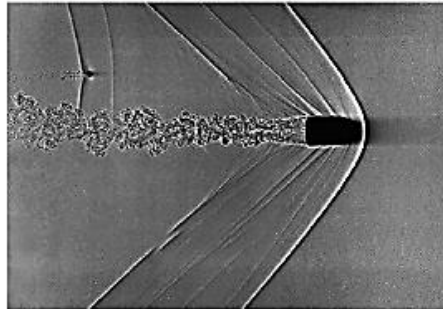
* أكبر عبوة خرق تم صنعها في العالم كانت في الحرب العالمية الثانية على يد ألمانيا وكانت تسمى ميسيل Mistel، وهي عبارة عن طائرة قاذفة ألمانية ضخمة وتم تحويلها إلى عبوة خرق ضخمة، تحتوي على ١٧٢٠ كيلو جرام متفجرات وكانت تخترق ٧ متر في الحديد أو ٢١ متر في الباطون المسلح، قطر المخروط فيها يساوي ٢ متر وسمكه ٣٠ ملم وزاويته ١٢٠ درجة.



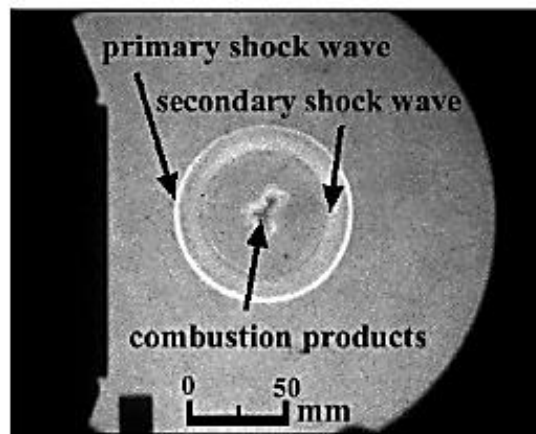
أنواع الموجات الانفجارية:



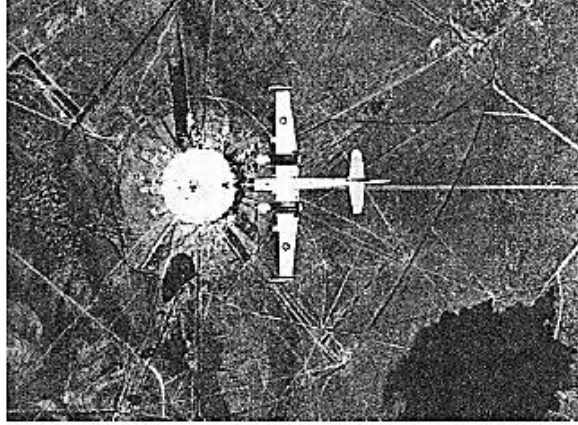
موجة انفجار دائرية متشكلة على سطح المحيط، تولدت من إطلاق القذائف من المدافع العملاقة



موجة انفجار متشكلة في الهواء، تولدت من إطلاق رصاصة



تصوير موجة انفجار مادة أزيد الفضة، أخذت بعد ١٥٦ مايكرو ثانية من بداية الانفجار



تشكل موجة انفجارية نتيجة انفجار قنبلة أسقطت من الطائرات في الحرب العالمية الثانية



موجة انفجار تشكلت نتيجة انفجار ٥٠٠ طن من TNT



موجة انفجار تشكلت نتيجة انفجار قذيفة من TNT



موجة انفجار تشكلت نتيجة انفجار قذيفة من TNT

الانفجار الفراغي الحراري أو انفجار خليط الوقود والهواء Thermobaric or Fuel-Air Explosives:

ويتكون من غبار مواد مشتعلة سواء كانت (صلبة أو سائلة أو غازية) في الهواء ويوجد الهواء الذي يحتوي على الأكسجين يكتمل كل متطلبات الانفجار، فعند إعطاء شرارة يحدث الانفجار. هو عبارة عن انفجار خاص يحدث في المناجم كثيراً، من عام ١٩٨٧ إلى ١٩٩٧ حدث ١٢٩ انفجار عفوي بهذه الطريقة في العالم. هذا النوع من الانفجارات غير مشهور في العالم كثيراً.

موجة الانفجار الذي يسببها TNT تكون قصيرة نسبياً، في حين موجة الانفجار التي تنشأ من الانفجار الهوائي الوقودي تكون طويلة، بمعنى أن الطور الإيجابي في الانفجار الهوائي الوقودي يكون أكبر من الطور الإيجابي في المتفجرات العادية مثل TNT. السرعة الانفجارية في الانفجار الهوائي الوقودي تقريباً ٣٥٠٠ متر/ثانية في حين أن درجات الحرارة تكون ضعف المتفجرات التقليدية تقريباً. هذا الانفجار يكون فعال جداً في الأماكن المغلقة نسبياً أما في الأماكن المفتوحة تقل قوته نتيجة تشتت غازات الوقود في الهواء. يتم قتل الكائنات الحية نتيجة حرارة الانفجار العالية وفقد الأكسجين في مكان الانفجار.



مراحل انفجار قذيفة فراغية حرارية



مقارنة بين انفجار تقليدي وانفجار فراغي حراري



موجة انفجار نووية في تجربة فرنسية لرأس TN-60 والذي يعادل ٩١٤ كيلو طن من TNT عام ١٩٧٠م



موجة انفجار نووية في تجربة فرنسية لرأس TN-60 والذي يعادل ٩١٤ كيلو طن من TNT عام ١٩٧٠م



تشكيل موجة نتيجة تخطي الطائرة لسرعة الصوت، هذه الموجة تظهر بهذا الشكل عندما يكون جودها في ظروف الجو الرطبة.

أهمية دراسة الموجة الانفجارية:

١. التمكن من استخدام وتوظيف المتفجرات لمختلف الأهداف ملائمتها للهدف (أفراد، آلات، منشآت) بمختلف الظروف.
٢. الحصول على خصائص مناسبة للمادة المتفجرة عن طريق تصنيعها أو عمل الخلائط المناسبة لتلائم الهدف.
٣. تشكيل العنوبات.
٤. توجيه الانفجار.
٥. دراسة أثر الانفجار قبل حدوثه.
٦. تحليل أثر الانفجار بعد وقوعه.

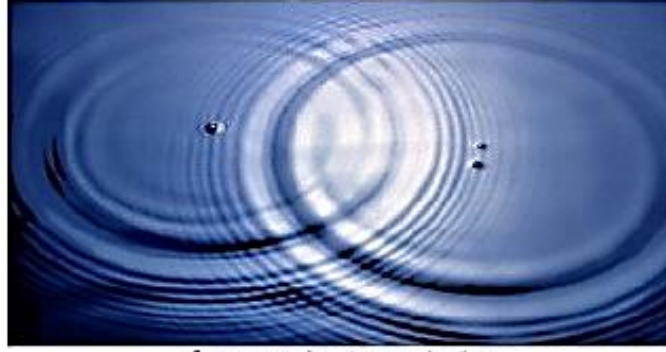
خصائص الموجة الانفجارية

١- تخرج على شكل موجات:

هذا ما نلاحظه في المحيط الذي تكون جزيئاته قابلة للانضغاط مثل الهواء والترية، ويمكن تشبيه ذلك بالحجر الذي يسقط من أعلى في الماء سقوطاً حراً فنلاحظ أن الحلقة الأولى من الموجة صغيرة نسبياً والمسافة بين الحلقات الأخرى كبيرة، وإذا ما قذفنا نفس الحجر من نفس الارتفاع ولكن بسرعة أكبر فإننا نشاهد أن الحلقة الأولى كبيرة والمسافة بين بقية الحلقات الأخرى صغيرة.



سقوط نفس الحجر في الماء ببطء



سقوط حجر في الماء بسرعة

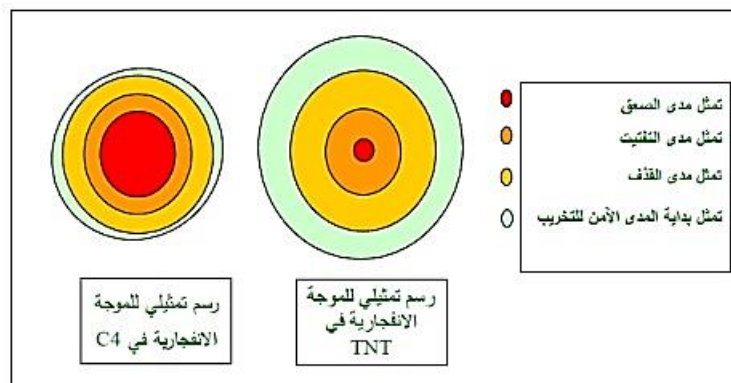
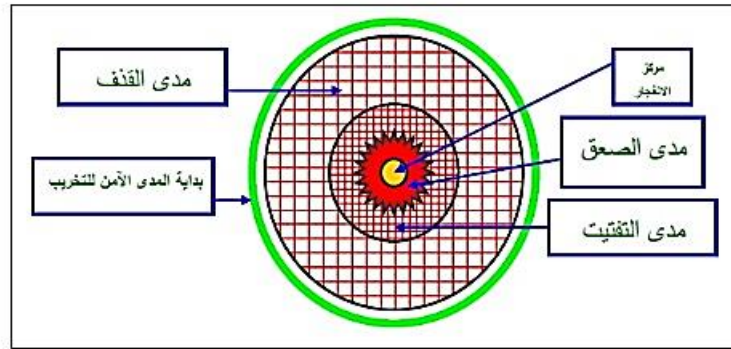


انفجار رأس نووي قدرته ٢٠ كيلو طن من TNT في عمق مياه ٧٠ متر

٢- تضمحل وتتلاشى:

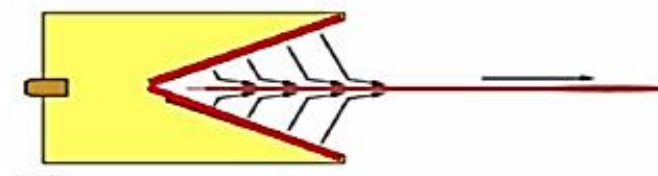
عند حدوث الانفجار فإن أقوى نقطة لأثر التفجير تكون في مركز الانفجار، وكلما ابتعدنا عن المركز نلاحظ ضعف التأثير، مما يؤدي هذا التفاوت إلى تشكيل حلقات حول مركز الانفجار تختلف في تأثيرها على المحيط. فالحلقة الأولى

تمثل دائرة الصعق بالنسبة للمتفجرات وفي الغالب نشاهد أثر لانصهار جزء من المعدن المتواجد في المحيط وصعق أي مادة تقع ضمن هذه الدائرة، ويسمى مدى الصعق أو مدى التخریب الكامل. وفي الحلقة الثانية التي تمثل دائرة التفجير نلاحظ أن الأجسام الموجودة في هذه الدائرة تكون مجزأة ومقدوفة ويسمى مدى التفجير. بينما في الحلقة الثالثة نلاحظ أن الأجسام محافظة على شكلها إلى حد ما ومقدوفة بعيداً عن مركز الانفجار ويسمى مدى القذف. بعد ذلك لا نلاحظ أي أثر للانفجار بمعنى أثر الموجة الانفجارية عندها يساوي صفر ويسمى بالمدى الآمن للتخریب. علماً أن هذه الحلقات تتشكل في اللحظة الأولى للانفجار ويتفاوت شكل هذه الحلقات بحسب المادة المتفجرة (حجم، نوع، سرعة). كلما كانت المادة بطيئة السرعة كان تأثيرها التدميري أكبر في الوسط المحيط، وذلك لأنها تسمح لتردد الموجة أن يؤثر مدة أكبر في الهدف، أما لو كانت المادة سريعة كان تأثيرها الصعقي أو القطعي أكبر في الوسط المحيط، فمثلاً خلائط نترات الأمونيوم وTNT يفضل استخدامها في تدمير المنشآت والحفر، بينما C4 تستخدم في قطع المعادن وفي العبوات ذات الشظايا لإكسابها سرعة أكبر وكحشوات مساعدة لسرعتها ولكبر حجم دائرة الصعق لها. ولتقريب الصورة نلاحظ عند قذف حجر على زجاج فإنه يهشمه ويحطم جزء كبير منه، بينما عند إطلاق رصاصة فإنها تنقب الزجاج ولا تهشمه



٣- تخرج بشكل متعامد عن سطح المادة المتفجرة:

عند تشكيل المادة المتفجرة بعدة أشكال فإننا نلاحظ أن الموجة الانفجارية تتشكل بشكل يتشكل المادة، ولذلك تتنوع الأشكال بحسب الهدف والمراد من عملية التفجير، فمثلاً في عبوة الخرق فإننا نلتزم بالحشوة الجوفاء مخروطية الشكل، ولو أردنا فتح ثغرة في حقل ألغام أو أسلاك شائكة فإننا نلجأ إلى الحشوة المتطاولة (الغم بنجالور)، ولو أردنا تفجير عبوة مستطيلة في وسط أفراد فإنه يفضل اللجوء إلى العبوة الاسطوانية الشكل.



تشكيل موجة الانفجار باتجاه الهدف في عبوة الخرق



عبوة طويلة تستخدم لقص الجسور.



شكل انتشار انفجار الحشوة المتطاولة (لغم بنجالور)



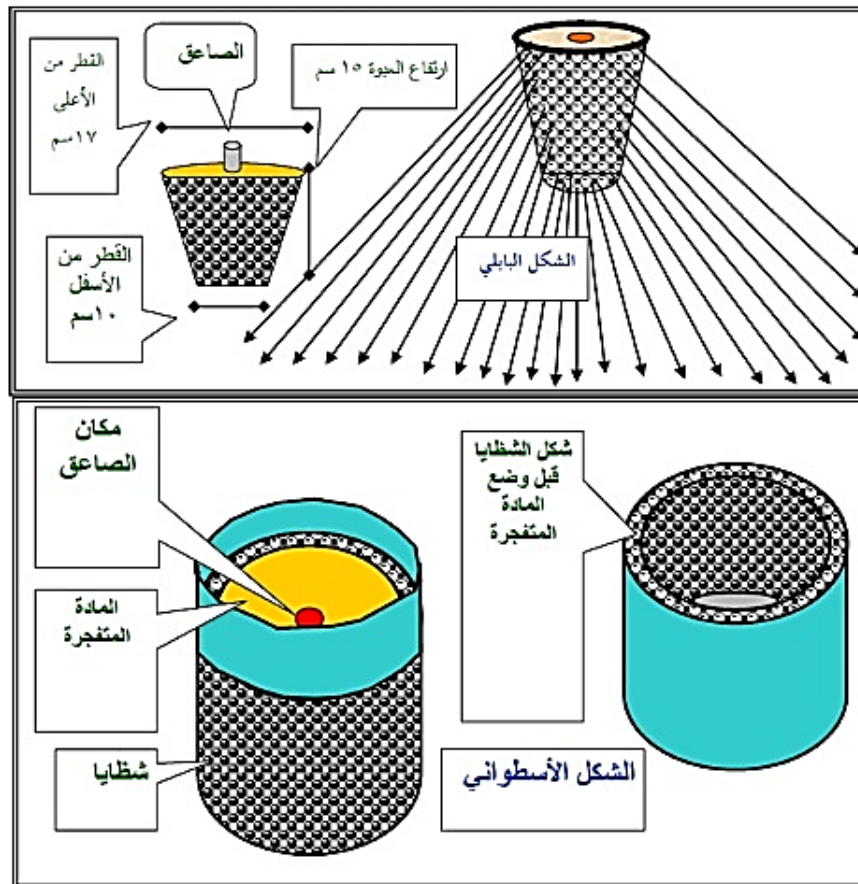
الموجة الانفجارية تخرج منقاسية على سطح البنجالور

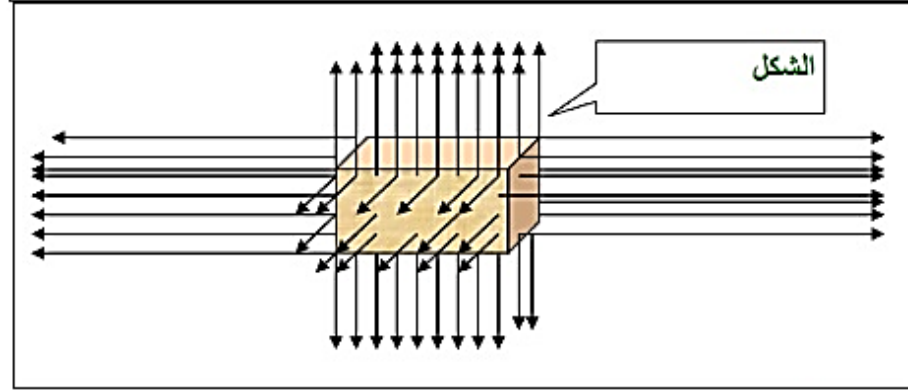


بنجالور طويلة ٢٠ متر



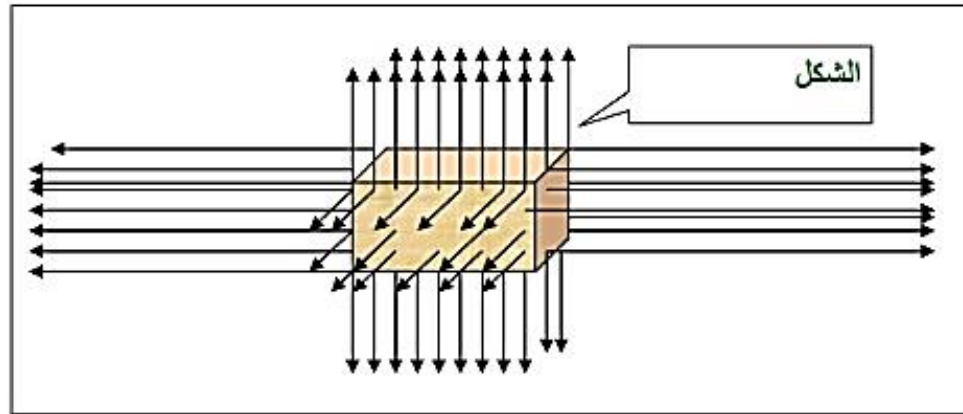
آثار الموجة الانفجارية على الأرض





٤. تناسب طردياً مع حجم المادة المتفجرة:

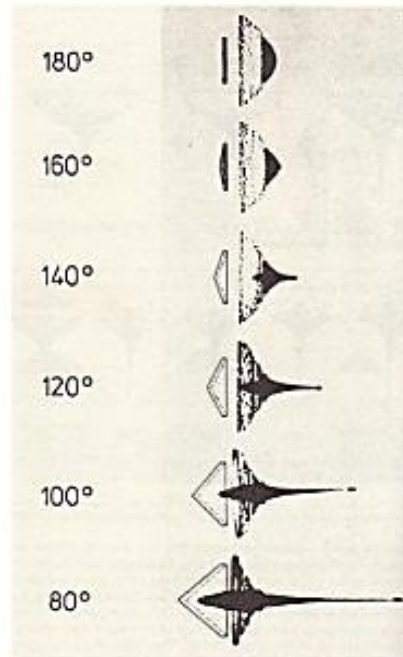
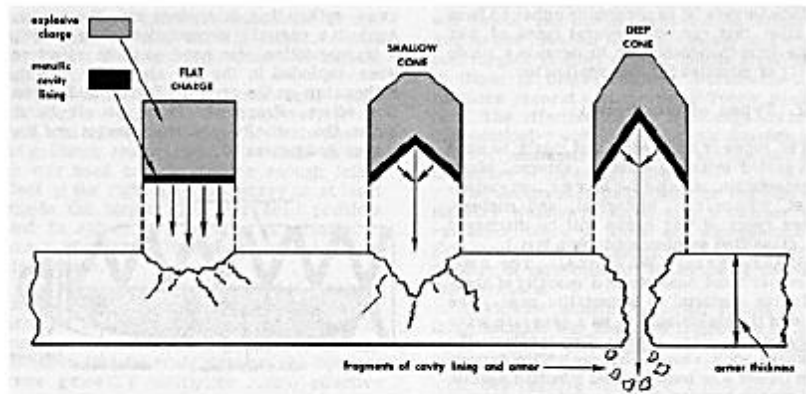
كلما زادت سماكة أو طول أو عرض أو قطر المادة المتفجرة زادت قوة ومدى الموجة الانفجارية بالاتجاه الذي تكون فيه المادة أكبر. علماً أنه إذا كان سطح المادة المتفجرة عريض وليس لديه سماكة مثلاً فإننا سنلاحظ حجم التأثير على مساحة الهدف أكبر ولكنه ضعيف وليس عميق كما هو موضح في الشكل التوضيحي.

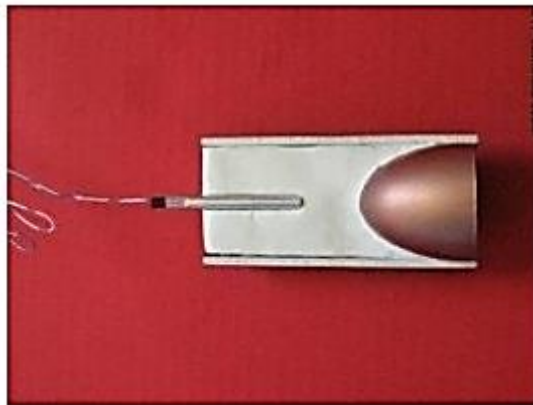
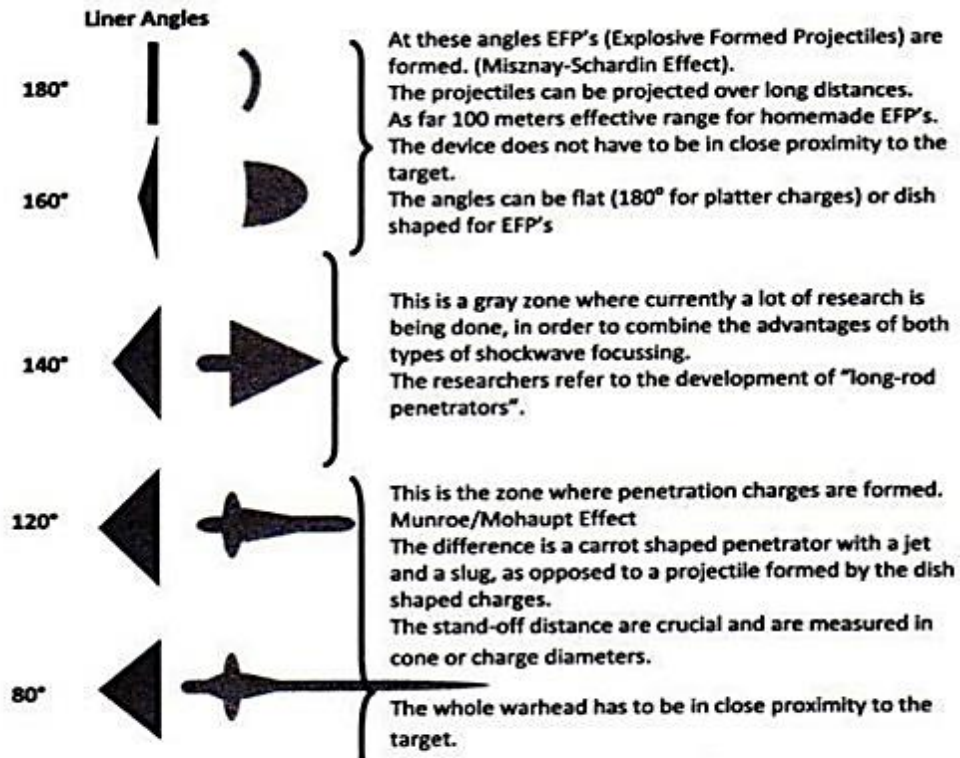


إذا أردنا دفع الشظايا لمدى أبعد فعلينا أن نسمك المادة المتفجرة خلفها بالقدر الذي يحافظ على شكل الشظية ولا يفتتها. وإذا أردنا تدمير هدف فيجب علينا مراعاة شكل الهدف وحجمه لاختيار الشكل والحجم المناسب للمادة المتفجرة اللازمة لتدميره أو إعطابه. حيث نلاحظ اختلاف أثر كمية محددة من المادة المتفجرة على هدف معين باختلاف شكلها.

٥- تنقوى:

بمعنى أن الموجة الانفجارية تتعاضد مع موجة أخرى لتتضاعف بذلك قوتها عند توجيهها على نقطة محددة. ونلاحظ ذلك جلياً في عبوات الخرق حيث أن الموجات تتعاضد لتتقوى مما يؤدي إلى زيادة التأثير على الهدف وتعميق الخرق فيه، علماً أن تفجير نفس الكمية من المادة دون الاستفادة من هذه الخاصية لا يكاد يحدث أي أثر يذكر في التصفيح.



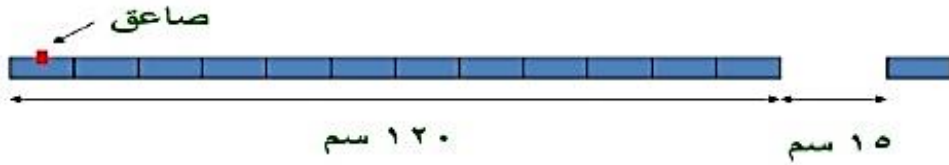


٦- تنكسر:

عند اصطدام موجتين انفجاريتين متضادتين فإنهما يضعف كل منهما الآخر. وكأي خاصية يمكن أن توظف للاستفادة منها إيجابياً وتتجنب السلبيات. مثلاً فعند تفجير عبوتين متماثلتين (لهما نفس المواصفات) باتجاهين متضادتين على بعد مسافة متساوية من الهدف فإن منطقة التقاء الموجتين تشكل قمة العصف الموجه ويكون فيها التأثير التدميري أقوى ما يكون.

٧- العدوى:

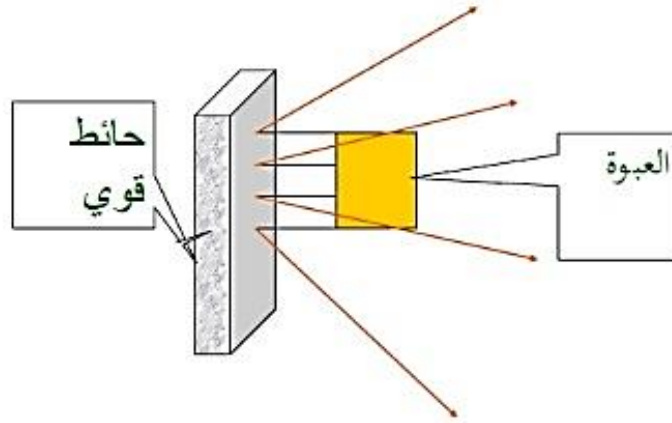
هو إنصعاق مادة متفجرة نتيجة وقوعها في مدى الصعق لمادة متفجرة أخرى، حيث أنه في اللحظة الأولى تبدأ بتشكيل عدة دوائر مختلفة التأثير نتيجة تناقص قوة الضغط الناتج. لذا لحصول العدوى يجب أن تكون الصدمة الانفجارية الناتجة عن الانفجار كافية لتوليد الطاقة الكافية لبدء الانفجار وجعله ذاتي الانتشار. وكما أسلفنا أن توليد الموجة الانفجارية يعتمد على الصدمة الأولية، حساسية المادة المتفجرة، سرعة الانفجار الداخلية والخارجية، المسافة بين المادتين، ونوع الوسط. يمكن تفجير مادة متفجرة تبعد عدة أمتار عن مادة متفجرة بواسطة تركيز وتوجيه الموجة الانفجارية عليها. لا يشترط في العدوى أن تكون هناك مادتين مختلفتين ومسافة بينهما، بل يمكن أن تكون من نفس المادة حيث أن الانفجار في المادة الواحدة هو انفجار تدريجي سريع فإذا كان هناك أي شائبة كرتوية أو عدم انتظام في سلسلة التفجير وغيرها من العوامل يمكن لجزء من المادة أن لا ينفجر وبذلك لا تتحقق مسألة العدوى في نفس المادة ويتضح هذا الأثر جلياً في العبوات الكبيرة. تم تجربة تفجير خط من قوالب TNT بطول (١٢٠) سم بواسطة صاعق نظامي، خط طولي ١٢ قالب ووضع قالب منفرد على بعد ١٥ سم من رأس الخط وعلى نفس المسافة قالب آخر منفرد على جانب الخط فانفجرت جميع القوالب.



٨- الانعكاس:

نقصد به ارتداد الموجة الانفجارية عن سطح ما ويعتمد انعكاس الموجة الانفجارية على ثلاث عوامل رئيسية: العبوة: فبحسب نوع وشكل وتوجيه العبوة يحدد مدى قوة وتركيز الموجة وبالتالي يحدد حجم التأثير والارتداد. الوسط: بحسب نوع الوسط صلب، سائل، غاز، حجم الإغلاق أو الحصر والمسافة بين العبوة والهدف يحدد حجم التأثير والارتداد أيضاً.

الهدف: كذلك بحسب طبيعة الهدف (أفراد - آلات - منشآت) ونوع، شكل، سماكة المادة يحدد حجم التأثير والارتداد. الانعكاس بمفهومه العام ارتداد جزء من الموجة عن سطح ما بمعنى ضياع جزء من الموجة أي أن النتيجة سلبية، ولكن إذا علمنا كيفية توظيفها فإنها تتحول إلى خاصية إيجابية يستفاد منها في زيادة تأثير الانفجار، كاستفادة من الانفجار في حيز مغلق وذلك للاستفادة من تضاعف الهواء الموجود، وكذلك الاستفادة من الطاقة المرتدة والمحصورة داخل هذا الحيز بدل أن تتبدد في الهواء. وعند سماع أن زجاج مبنى معين على مسافة معينة قد تحطم فإن ذلك يكون غالباً ناتج عن انعكاس الموجة الانفجارية وتضاعف جزينات الهواء.



٩- لديها قابلية التشكل والتوجيه:

الموجة الانفجارية وكأي موجة يمكن لها أن تشكل وتوجه بحسب شكل المادة المتفجرة ومكان وضع الصاعق كعاملين رئيسيين، وبناءً على هذين العاملين يمكننا التحكم بشكل الموجة الانفجارية الناتجة وبالتالي التحكم في وظيفة هذه العبوة بالاستفادة من هذه الخاصية والخواص السابقة. كما سنأتي إلى دراسة أشكال هذه العبوات وكيفية عملها بالتفصيل إن شاء الله.

العوامل التي تؤثر على تولد الموجة الانفجارية

- ١ - الصدمة الأولية: وقد تكون بأحد الطرق التالية وتسمى بالمحرضات الخارجية:
 - الحرارية: قد تكون مباشرة كالشعلة وغير مباشرة كالسخن.
 - ميكانيكية: (الطرق - الاحتكاك - الوخز - الضغط).
 - كيميائية: تفاعل بين مادتين (إضافة مادة حمض الكبريتيك المركز إلى مادة بيروكسيد الأسيتون (تلج أبيض) مما يؤدي إلى انفجار فوري.
 - كهربائية: كإيصال مصدر كهربائي إلى سلك تتجسّون ملامس لمادة حساسة مما يؤدي إلى انفجار المادة وقد تكون أيضاً تفريغ مفاجئ لشحنة كهربائية وينتج عنها شرارة كهربائية.
- ٢ - حساسية المادة المتفجرة: مدى استجابة المادة المتفجرة للمحرض الخارجي.

حيث نجد أن مادة TNT خاملة و ليس من السهل انفجارها بالمقارنة مع المواد الحساسة، مثل فلمنات الزئبق، فإن مجرد تعرضها للهب أو تسخين بسيط أو صدمة صغيرة يؤدي إلى انفجارها. كذلك في مواد حساسة جداً وغير مستقرة مثل ثلاثي أيودين النيتروجين فإن احتكاك بسيط يؤدي إلى تولد الموجة الانفجارية.

٣- السرعة الهائلة للتفاعل: سرعة انتقال الموجة الانفجارية داخل المادة أو سرعة تحول المادة المتفجرة إلى غاز. حيث أن سرعة الموجة الانفجارية المنتقلة خلال المادة تكون ما بين (١٠٠٠ - ١٠٠٠٠ متر/ثانية). تتجاوز سرعة الموجة الانفجارية سرعة الأمواج الصوتية فتضغط الهواء بشدة محدثة دويًا عاليًا.

العوامل التي تؤثر على شكل الموجة الانفجارية

١. نوع وشكل المادة المتفجرة.
٢. سرعة انتقال الموجة الانفجارية بين (المحرض والمادة أو المحرض والمادة المساعدة والمادة الرئيسية أو بين المادة والمحيط).
٣. نوعية الصاعق ومكان وضعه.
٤. شكل الحاجز بين المادتين الانفجاريين أو بين المادة المتفجرة والمحيط.
٥. الكابح (نوعه، حالته، حجمه، سماكته، شكله).

العوامل المؤثرة على قوة الموجة الانفجارية

تأثير الموجة الانفجارية على المحيط:

إن التأثيرات التي يعانيها المحيط عندما تعمل فيه المتفجرات هي الصعق و التفتيت والقذف. وهي نتيجة تأثير ضغط الغازات وضغط الصدمة التي تتولد عن الموجة الانفجارية. فالغازات الناتجة عن الانفجار تتمدد بسرعة كبيرة بتأثير الحرارة العالية المرافقة لها، ونظراً للوقت القصير الذي يتم فيه التمدد فإن الغازات تندفع في جميع الاتجاهات -حسب شكل العبوة- بضغط كبير مسببة صدمة قوية مفاجأة لذرات الوسط المجاور. نتيجة عدم قابلية الماء للانضغاط يكون التأثير التدميري كبير جداً بالمقارنة مع الانفجار في الهواء، ويقدر الضغط في مركز الانفجار تحت الماء بعشرة أضعاف الضغط في الهواء.

العوامل المؤثرة في قوة الموجة الانفجارية وسبل توظيفها في العبوات:

عندما نطلق كلمة العبوة فإننا نقصد كل مكوناتها وجميعها لها تأثير مباشر سلباً أو إيجاباً على قوة الموجة الانفجارية بنسب مختلفة والتي تشمل:-

١. نوع المادة المتفجرة.
٢. الصاعق ونوعه و المواد المستخدمة فيه ومكان وجوده في العبوة.
٣. نوع الحشوة المساعدة أو المنشطة وشكلها و كميتها.
٤. نوع البطانة وحالتها وقطرها وسمكها وتشكيلها وزاوية تشكلها ومسافة المبعادة لها.
٥. نوع الشظايا و حجمها و شكلها و كم طبقة منها.
٦. تشكيل المادة المتفجرة.

٧. الكابح (نوعه، حالته، حجمه، سماكته، شكله).

٨. توجيه العبوة.

٩. تثبيت العبوة وبعدها عن الهدف.

١٠. تمويه العبوة و المواد المستخدمة فيه.

١١. المواد المساعدة.

١٢. آلية التفجير.

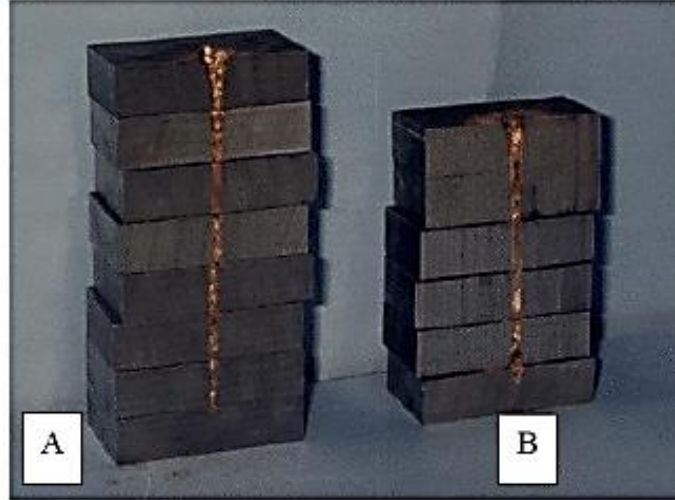
١. نوع المادة المتفجرة:

حيث أن حجم الغازات ودرجة حرارتها وسرعتها التي تنتج عن انفجارها تتفاوت من مادة لأخرى. فباختلاف هذه العوامل تختلف وظيفة المادة المتفجرة. وذلك حسب الهدف المراد تحقيقه، فمثلاً لتحقيق هدف التدمير (هدم، حفر، تخريب منشآت...الخ) يفضل استخدام مادة TNT أو عبوات النترات المحصورة، ولتحقيق هدف قطع أو زيادة سرعة الشظايا أو زيادة الاختراق في الحشوات الموجهة نستخدم مادة C4 أو المواد المتفجرة العسكرية ذات السرعة الانفجارية العالية، علماً بأنه يمكن استخدام كلا المادتين لتحقيق كلا الهدفين ولكن مع اختلاف التأثير النسبي لهما.

- كلما زاد حجم ووزن المادة المتفجرة كلما زاد تأثيرها والعكس صحيح.

- المتفجرات النقية أكبر تأثيراً للموجة الانفجارية من المتفجرات التي تحتوي على نسبة شوائب.

- كلما زادت سماكة المادة المتفجرة زاد طول الموجة الانفجارية وتأثيرها من حيث قوة التدمير ومساحته.



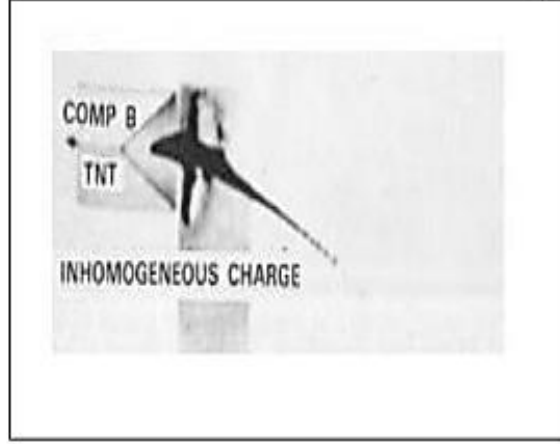
(A): اختراق ٧ قطع حديد سمك القطعة ٢,٥ سم من عبوة موجهة فيها ٣٠ جرام من مادة CL-20.

(B): اختراق ٥ قطع حديد سمك القطعة ٢,٥ سم من عبوة موجهة فيها ٣٠ جرام من خليط PBXN-5.

و لكي تزداد قوة المادة المتفجرة وبالتالي قوة الموجة الانفجارية فإنه يجب أن يتحقق فيها المواصفات التالية: متجانسة، متماسكة، مضغوطة، مجمعة، نقية، صالحة و مرتبة حسب قواعد سلسلة التفجير.

* متجانسة:

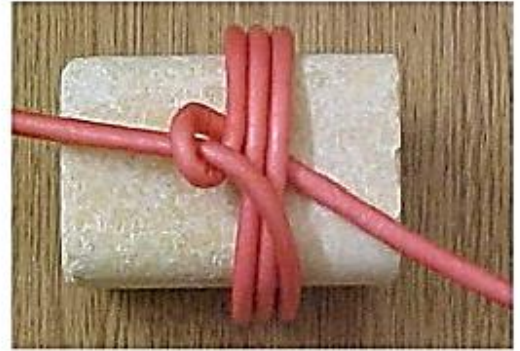
أي متماثلة فإذا كانت العبوة مكونة من نوع واحد من المتفجرات فيجب أن تكون من نفس الشكل (الحجم)، وإذا كان عندنا أكثر من شكل لـ TNT مثلا بوردرة وصلب فلا نخلطهما مع بعضها و لكن نجعل البوردرة أولا ثم الصلب بحسب سلسلة التفجير .



انحراف في اتجاه النفث بسبب وجود أكثر من نوع في الحشوة بطريقة غير متجانسة

* متماسكة:

متقاربة من بعضها بحيث لا يوجد بينها فراغات فعند استخدام قوالب TNT مثلا يجب رصّها بجانب بعضها جيدا، وفي حالة استخدام الفتائل الانفجارية مثل الكورتيكس معها فيجب أن تكون ملاصقة جدا للمادة ومتراصة فيما بينها، وبأكثر من لفّة علي المادة المتفجرة.



* مضغوطة:

تظهر هذه الخاصية بالمواد العجينية مثل الـ C4 وفي المواد الصلبة مثل TNT، فكلما عرضت المادة المتفجرة للضغط باليد أو المكبس اليدوي يقل حجمها و يزداد تأثير المادة، لكن هناك معايير لاستخدام المكبس الآلي لا يجب تجاوزها وإلا ستفجر المادة أو تصبح خاملة جدا. وأهم معيار في ضغط المادة المتفجرة هو عدم تجاوز الكثافة المطلقة للمادة حسب نوعها وكذلك عدم الضغط من خلال الصدمة.



بلوك C4 مضغوط



بلوك C4 غير مضغوط

* مجمعة:

أي أن المادة تتجمع حول بؤرة واحدة (نقطة مركز) لتشكل شكل كروي أو مكعب أو أسطواني، والشكل الأسطواني يعتبر من أفضل الأشكال بالنسبة لطبيعة أهدافنا، مع ضرورة مراعاة نوع وطبيعة المحيط والهدف المراد تحقيقه عند اختيار شكل العبوة.

* نقيّة وصالحة:

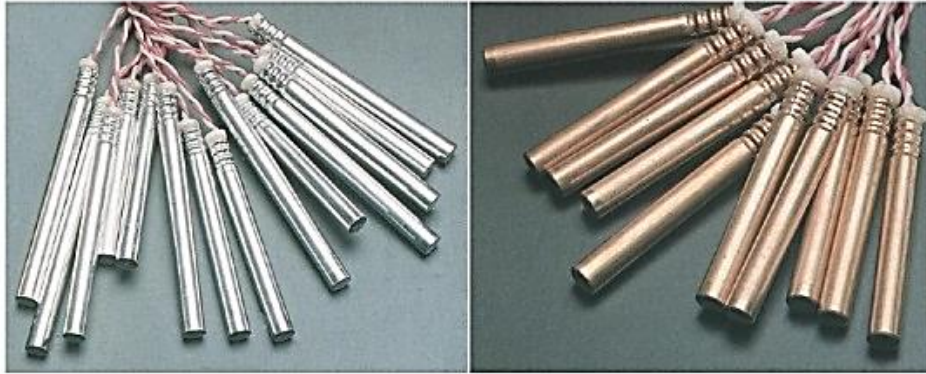
كلما زادت درجة نقاوة المادة كلما زاد تأثيرها، وكلما كانت بعيدة عن تأثير الرطوبة كان تأثيرها أقوى، ونعني بالنقاوة عدم وجود شوائب أي كل ما يؤثر على المادة سلباً. ونعني بصلاحية المادة أي قابليتها للاستجابة للمعرض الخارجي وقدرتها على نقل الموجة إلى بقية أجزاء المادة.

* مرتبة حسب قواعد سلسلة التفجير:

لضمان انفجار تام وكامل للمادة يجب أن تترتب المواد المختلفة والمستخدمّة في العبوة الواحدة بحسب درجة الحساسية ابتداءً ثم السرعة والقدرة والنقاوة لأنه إذا حدث خلل في هذا الترتيب فهناك احتمال كبير أن أجزاء من العبوة لن تتفجر أو يقل تأثير العبوة وخصوصاً في العبوات الكبيرة.

٢. الصاعق ونوعه و المواد المستخدمة فيه وكميتها ومكان وجوده في العبوة.

دائماً يفضل استخدام الصواعق العسكرية على الصواعق التجارية لضمان عملية الانفجار وقوته، فكلما زادت قوة الصاعق كلما زاد من قوة الموجة الانفجارية. وتزداد قوة الصاعق بنوعية المواد المستخدمة فيه وترتيبها وضغطها وكذلك قطر الصاعق ونوع الغلاف. فمثلاً إذا توفر لدينا فلمنات الزئبق و RDX فإنه يفضل وضعه في أنبوب رقيق من النحاس بقطر (٦-١٠) ملم ووضع RDX أولاً على وجبتين الأولى نضغطها جيداً ثم الثانية ومن ثم نضع مادة فلمنات الزئبق. إذا لم يتوفر لدينا RDX فإننا نستعير مكانه بمادة TNT بعد طحنها والتعامل معها بنفس ما تعاملنا مع RDX، وإذا لم يكن لدينا إلا مادة فلمنات الزئبق فإننا نلجأ إلى مضاعفة كمية الفلمنات ونضغطها بشكل هادئ دون عمل أي احتكاك ونضع حول الصاعق وعلى طول امتداد العبوة مادة مطحونة ناعمة من نفس المادة الرئيسية المستخدمة للتفجير وهكذا مع ضرورة مراعاة حجم المادة المتفجرة ونوعها.

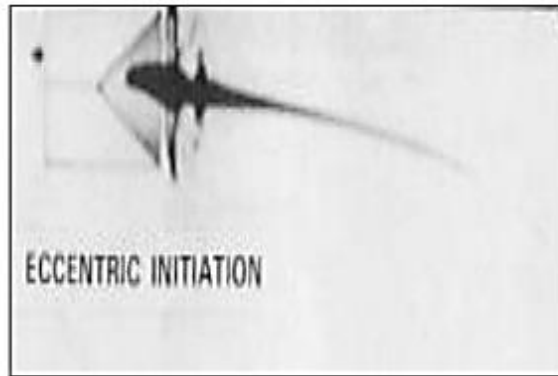


يشترط في

- ١- أن يثبت في منتصف الثلث الأول للمادة المتفجرة تقريبا أو أقل بقليل.
- ٢- أن يكون متعامد على منتصف مركز المادة المتفجرة.
- ٣- أن يكون متعامد على منتصف المنطقة الفاتئة للهدف.
- ٤- أن يكون محاطا بالمادة المتفجرة وملامس لها من كل الجهات.
- ٥- أن يكون مثبت جيدا في المادة المتفجرة، كي لا يسهل خروجه أثناء الإعداد أو النقل أو الزرع أو يتغير اتجاهه خصوصا في المتفجرات العجينية.



صاعق M6 الكهربائي الأمريكي العسكري اللحظي



انحراف في اتجاه النفث بسبب عدم وجود الصاعق في المنتصف

في حال استخدام أكثر من صاعق نظامي للعبوة الواحدة أن يراعى فيها أن تكون:

- ❖ الصواعق لحظية أو فورية (غير مكتوب على كعب الصاعق شيء أو (0 أو st أو s) و كلها تعني أن الصاعق فوري أما إذا كان الصاعق تأخيري يكون مكتوب عليه رقم (١ أو ٢ أو ٣ لغاية ٢٠) و كل رقم يعني فترة زمنية تأخيرية معينة تكون أجزاء من الثانية أو بالثواني.
- ❖ أن تكون من نفس التوقيت في حال أردنا تفجير العبوة لحظيا و تأخيريا بنفس الأرقام كلها رقم ٤ مثلا ومن نفس النوع و من نفس الشركة المصنعة و يفضل من نفس تاريخ المنتج.
- ❖ في حال الاضطرار لاستخدام صواعق تأخيرية مختلفة لعبوة واحدة فيجب أن تكون متلاصقة بحيث إذا انفجر صاعق يفجر الآخر، وأن يكون توزيعها مناسباً لشكل العبوة والهدف منها.

٣. نوع الحشوة المساعدة أو المنشطة وشكلها وكميتها.

وهي مادة لها قدرة وسرعة عالية وحساسية أكبر من المواد الرئيسية تستخدم في تحريضها وتفجيرها. مثال نستخدم مادة C4 العجينية كحشوة مساعدة لمادة TNT كذلك نستخدم TNT كحشوة مساعدة للمواد المدنية وهكذا، ولكن عند وضع الحشوة المساعدة يجب أن تكون في داخل المادة المراد تفجيرها وملامسة للمادة وتأخذ شكل المادة الرئيسية ما أمكن، علما أنه كلما زادت سرعة وقدرة الحشوة المساعدة كلما زاد من قوة الموجة الانفجارية للمادة الأساسية وعادة تكون نسبتها للمادة الرئيسية (من ٢ إلى ٥ %) و ذلك على حسب حساسية المادة المتفجرة الموجودة داخل العبوة فمثلاً عند استخدام TNT صب نستخدم ٥% بوستر و عند استخدام TNT بوردرة مطحونة مضغوطة نستخدم ٢% بوستر.



٤. نوع البطانة وحالتها وسمكها وتشكيلها وزاوية تشكلها ومسافة المبعادة لها:

وهي المادة المستخدمة في تشكيل العبوة ويكون موضعها في مقدمة العبوة باتجاه الهدف وملامسة للمادة المتفجرة، وكلما كانت هذه البطانة مناسبة ومنسجمة مع قواعدها في العبوة كان لها التأثير الإيجابي على قوة الموجة الانفجارية. ووظيفتها أنها تتحول إلى معدن مصهور على هيئة نفث Jet في عبوات الخرق مما يزيد من كثافة الغاز الناتج وبالتالي يزداد تأثيرها على الهدف، وإلى كتلة ضاربة Slug في العبوات الصحنية أو العدسية. وهناك عدة عوامل تؤثر في البطانة:-

نوع البطانة وحالتها Liners Type:

هناك العديد من المعادن تستخدم كبطانة للحشوات الموجهة و قد تصنع من الزجاج Glass أو العديد من المعادن Metals لكن أكثرها استخداما هو النحاس Copper. الأسلحة المضادة للدروع الحديثة تستخدم الموليبدينيوم Molybdenum و شبكة التنجستون الكاذبة Pseudo-Alloys Of Tungsten (٩ تنجستون، ١ نحاس) كثافته ١٨ طن/متر مكعب، يوجد العديد من المعادن أيضا تستخدم في البطانة مثل: ألومنيوم Aluminium، التنجستون Tungsten، الحديد Steel، التنتاليوم Tantalum، الرصاص Lead، اليورانيوم المستنفذ Depleted Uranium، القصدير Tin، كاديوم Cadmium، كوبلت Cobalt، ماغنيسيوم Magnesium، تيتانيوم Titanium، الزنك Zinc، نيكل Nickel، الزركونيوم Zirconium، الموليبدينيوم Molybdenum، بيريليوم Beryllium، الفضة Silver، الذهب Gold، البلاتين Platinum.

اختيار البطانة يعتمد على طبيعة الهدف فنلاحظ أن اختيار الألمونيوم مناسب لأهداف الباطون concrete targets. أما في حالة آبار النفط oil-well completion، يفضل استخدام السبائك الصلبة solid slug، و ليس نفث الجزرة "carrot" لأن نفث الجزرة ممكن يغلق الفتحة التي تم فتحها بالانفجار و بالتالي يعيق تدفق النفط. إذا كان الهدف من الانفجار أعرق اختراق فنستخدم معدن نقي و لا نختار سبيكة لأن النفث يمكن أن يتكسر في حالة السبائك و يبقى متماسك في المعادن النقية لأن المعدن النقي أكثر ليونة greatest ductility من السبائك.



وتتطبق أفضل مواصفات على البطانة التي لها كثافة عالية و درجة انصهار متوسطة تتراوح بين ١٠٠٠ - ٢٥٠٠ درجة مئوية و ذلك لأن الحرارة العالية و الضغط الشديد المنطلقين بفعل الانفجار تصهر البطانة و تحول حركتها كحركة الموائع متجمعة في مركز العبوة و منطلقة نحو الهدف على شكل نفث له رأس ووسط و ذيل و سرعة هذا النفث المنطلق تعتمد على مدى تشكل النفث و درجة انصهاره و كثافته.

شكل البطانة Liners Shape:

معلوما أن العبوة تتشكل بشكل البطانة المستخدمة، و يوجد عدة أشكال للبطانة المستخدمة في العبوات الموجهة:

- الشكل المخروطي Conical Shaped.





صاروخ هيلفاير Hellfire

- الشكل الصحنى أو المقعر Concave Copper Or Disk-Shaped .



- شكل الضلع المنحرف Ogives Shaped .



من معدن التنجستون

- شكل النصف كروي Ellipses Or Hemispherical Shaped .





- شكل المخروطين Biconical Shaped.

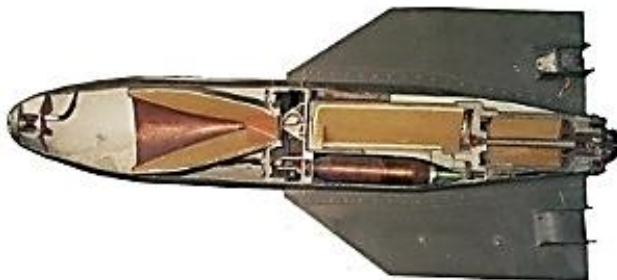


- شكل حرف V V-Shaped



وهي عبارة عن عبوات مقطعتها مماثل لمقطع الحشوة المخروطية. فعالية هذه الحشوات تقاس بسماكة الهدف التي يمكنها كسره. سماكة الهدف الذي يمكن لهذه الحشوات كسره هو ضعف عمق اختراقها للهدف. عند انفجارها تعطي نفث طولي. ويمكن تفصيل حشوات خطية بحسب شكل الهدف المراد كسره أو قطعه . ويتم وضع الصاعق في أعلى طرف هذه الحشوة .

- شكل البوق Trumpets Shaped.



صاروخ ENTAC مضاد للدروع موجه بسلك فرنسي الصنع





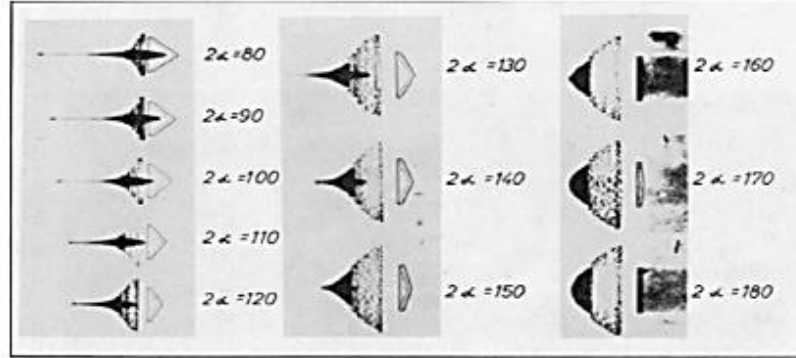
صاروخ مافريك 1 AGM-F Maverick الجو أرض



كل نوع من الأنواع له نفث مختلف و سرعة مختلفة حسب شكل النفث أو الكتلة.

زاوية التقعر للبطانة:

بشكل عام أنسب زاوية مستخدمة للعبوات المشكلة والموجهة من ١٢٠ - ١٨٠ درجة أي زوايا منفرجة لضرب الأهداف الغير مصفحة تصفيحاً عالياً. وللخرق من ٤٠ - ١٢٠ درجة، و العلاقة بين زاوية البطانة و عمق الاختراق هي علاقة عكسية و العلاقة بين زاوية البطانة و قطر الاختراق هي علاقة طردية في العبوات ذات القمع النحاسي. فكلما زادت زاوية البطانة كلما قل عمق الاختراق و زاد قطرها و كلما قلت زاوية البطانة كلما زاد العمق و قل قطر الاختراق.



الشكل يوضح علاقة طول و قطر النفث مع زاوية البطانة من ٨٠ - ١٨٠

- يمكن التحكم بمخرجات الشحنة الجوفاء حسب زاوية البطانة المستخدمة، فإذا كانت الزاوية من ٤٠ إلى ١٢٠ درجة، فإننا سنحصل على نفث Jet من البطانة المعدنية أما إذا كانت الزاوية من ١٢٠ إلى ١٨٠ درجة فإننا سنحصل على كتلة معدنية Slug.

- إذا كانت المادة المتفجرة المستخدمة سرعتها ١٠,٠٠٠ متر/ثانية فإن سرعة النفث ستكون ١٠,٠٠٠ م/ث، في حين الكتلة المعدنية لا تتجاوز سرعتها ٣,٠٠٠ م/ث.

- ولكن يعاب على النفث أنه يتأثر كثيراً بعامل المدى أو ما يطلق عليه "مسافة المباعدة Stand Off" والتي يجب أن لا تتجاوز ٢-٦ أضعاف قطر البطانة، في حين الكتلة المعدنية ممكن أن تكون فعالة لمسافة ١٠٠ ضعف قطر البطانة لكن أفضل مسافة من ٣ - ١١ ضعف قطر العبوة الصحنية.

- سرعة بداية النفث تكون ٨,٥٠٠ متر/ثانية و ذيل النفث يكون بسرعة ١,٥٠٠ متر/ثانية.

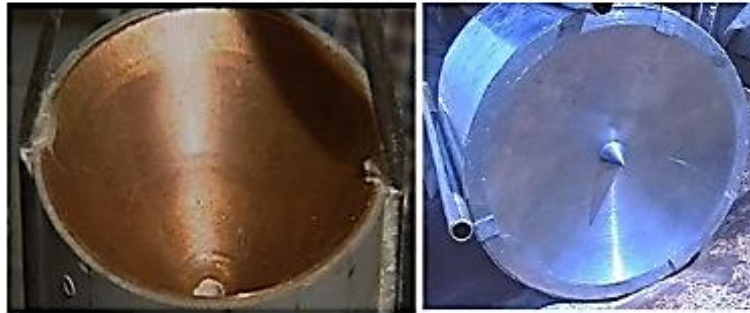
- توجد علاقة بين قطر الاختراق و عمق الاختراق، كذلك حسب المعدن الذي يحدث فيه الاختراق. ففي المعادن المتوسطة الصلابة نجد أن قطر الاختراق يكون كبيراً و كذلك عمق الاختراق يكون كبيراً في الحديد الطري.

- عبوة الخرق غير فعالة تحت الماء لأن الماء يعمل على تبريد المعدن المنصهر من العبوة و بالتالي لا يتشكل حسب المطلوب و بذلك لا يخترق الحديد الصلب.

بناءً على نوع و زاوية البطانة تقسم العبوات إلى نوعين رئيسيين:

- الحشوات الجوفاء النفثية Jetting Shaped Charges

- المقذوف المتشكل انفجارياً Explosive Formed Projectile "EFP"



شكل عبوة الخرق

شكل العبوة الصحنية

الحشوات الجوفاء النفثية Jetting Shaped Charges:

في الحشوات الجوفاء النفثية، فإن طول العبوة المتفجرة يتحدد بكمية المتفجرات اللازمة لتوفير طاقة انفجار كافية لعملية انهيار البطانة. وعادة فإن سرعة النفث والطاقة الحركية للنفث وقوة الاختراق تزداد بزيادة طول العبوة المتفجرة إلى حد معين. وعادة فإن طول العبوة التي بمقدار (1.5 x القطر) يكون كافياً إذا كان يوجد مخروط خلفي في العبوة وزاوية البطانة حادة ٤٥ درجة تقريباً، أما إذا كانت العبوة تحتوي على بطانة بزاوية منفرجة ١٢٠ درجة تقريباً، فإن ارتفاع العبوة يجب ألا يزيد عن قطر العبوة.

القياسات التقريبية للحشوات الجوفاء النفثية:

هذه القياسات تم الاعتماد عليها نتيجة آلاف التجارب:

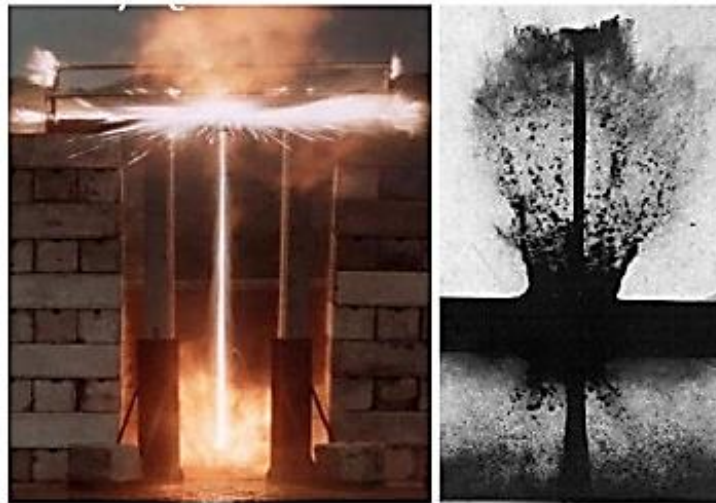
١. زاوية البطانة المثلى لأغلبية الأغراض هي بحدود 42°.

٢. يتم الحصول على أقصى اختراق بمسافة تحفظ بين العبوة والهدف من 2 إلى 6 أضعاف القطر.

٣. مادة بطانة المخروط التي تمتلك أفضل مجموعة من الخواص هي النحاس الطري، ومع ذلك فإن الفولاذ الطري والألمنيوم يستخدمان بشكل مفيد.
٤. سماكة المخروط المثلى هي بحدود (0.03 * قطر البطانة) للنحاس.
٥. ضغط الانفجار هو الخاصية الأكثر أهمية والتي تؤثر في أداء الحشوة الجوفاء وتأتي من الكابح الخلفي.
٦. بزيادة زاوية المخروط تتناقص سرعة النفث و العكس صحيح إلى حد معين.
٧. عبوة الخرق النموذجية يجب أن تخرق على الأقل ٤ أضعاف قطر البطانة و المتوسط ٧ أضعاف قطر البطانة، مع العلم يوجد عبوات خرق تخرق أكثر من ١٠ أضعاف قطر البطانة.



نفث انفجار من زاوية بطانة ٤٥ درجة



صورة تظهر انطلاق النفث من الأعلى إلى الأسفل. صورة تظهر انطلاق النفث من الأسفل إلى الأعلى



نفث انفجار من زاوية بطانة ٩٠ درجة

عمق الاختراق يعتمد على خمس عوامل رئيسية:

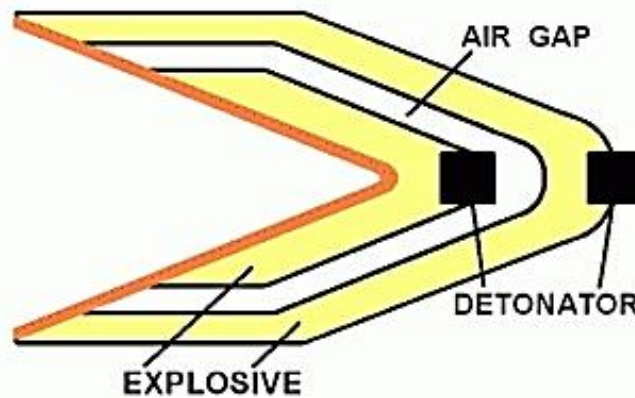
١. طول النفث.
٢. كثافة المعدن الهدف.
٣. صلابة المعدن الهدف.
٤. كثافة النفث.
٥. زاوية اتجاه النفث مقابل الهدف.



Top → Bottom

الحشوة الجوفاء متعاقبة النفث Sequential Jet Shaped Charge:

تحتوي العبوة المتفجرة على حشوتين جوفاء متسلسلة يباعد بينها فراغات هوائية مسطحة،





المقذوف المتشكل انفجارياً "Explosive Formed Projectile" (العبوات الصحنية أو العدسية)

-بطانة المقذوف المتشكل انفجارياً EFP تكون على شكل صحن قليل العمق (shallow dish) ويكون عمق الصحن غالباً أقل من 0.25 من قطره. بالمقابل فإن البطانة في الحشوة الجوفاء النفثية تكون عادة مخروط أو نصف كرة ويكون عمق تجويف بطانتها أكبر من 0.4 من قطرها.

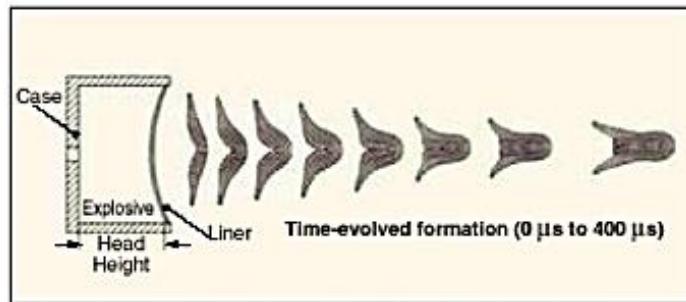
-ال EFP مصممة لإنتاج مقذوف غير مطوّل (non stretching projectile) ينتقل بسرعة في حدود من 1.5 إلى 3 كم/ث، بينما الحشوة الجوفاء النفثية فتنتج نفث مطوّل ذو سرعة رأس (tip velocity) في حدود من 3 إلى 10 كم/ث وسرعة الجزء الخلفي أقل من سرعة الرأس بحيث يكون هناك تدرج في السرعة على طول النفث مما يسبب استطالة النفث.

-الضغط المتولد في بطانة عبوة ال EFP كافياً لتغيير شكل البطانة (deform) بالآليات الشائعة المتضمنة الانثناء (bending) والطي (folding) والانعكاس (inversion). أما الضغط المتولد في بطانة الحشوة الجوفاء النفثية فيسبب تغيير شكل البطانة وفقاً لنظام حركة الموائع (hydrodynamically) وتنتهار البطانة (collapse) على محور التماثل للحشوة كما لو كانت مائعا وهذه الظاهرة هي التي ينتج عنها تشكل النفث المطوّل.

-بطانات ال EFP تكون عادة أكثر سمكا من بطانات الحشوة الجوفاء النفثية من نفس القطر. لأن ال EFP ليس المقصود منها إنتاج نفث سريع جدا، فإنها تحتاج كمية متفجرات أقل. لذلك فإن الحشوات الجوفاء النفثية من نفس القطر تكون أكثر طولاً من ال EFP لنفس القطر.

-بعد مسافة معينة، فإن نفث الحشوات الجوفاء النفثية يتكسر إلى جسيمات تخرج عن نطاق التوجيه وتفقد فاعليتها بشكل كبير على هذه المسافة. بالمقابل فإن ال EFP تتحول بطانتها عند الانفجار إلى جسم معدني مدمج يبقى بشكل عام محتفظاً بكتلته كاملة ولذلك يكون قادراً على اختراق الدرع عند مدى طويل ويمكنه بسهولة النفاذ خلال دروع العربات خفيفة إلى متوسطة التدريع.

تقريباً ال EFP تخترق في الحديد مسافة طول قطر الحشوة المولدة لها، بينما الحشوات الجوفاء النفثية سوف تخترق سبعة أضعاف القطر كمتوسط.



الشكل يوضح شكل انطلاق المقذوف من عبوات EFP



صورة توضح شكل المقذوف من عبوات EFP



تمويه العبوة



صورة توضح شكل المقذوف من عبوات EFP



صورة توضح شكل ضرب المقذوف من عبوات EFP في الحديد



قَطَر البطانة:

كلما ازداد قطر البطانة ازداد اختراقها.

سماكة البطانة:

- كلما زادت سماكة البطانة عن الحد المناسب كلما ضعف تأثير العبوة لأن جزء كبير من الموجة سيوجه لتقطيع البطانة. وكذلك كلما نقصت سماكة البطانة عن الحد المطلوب تضعف الموجة الانفجارية.

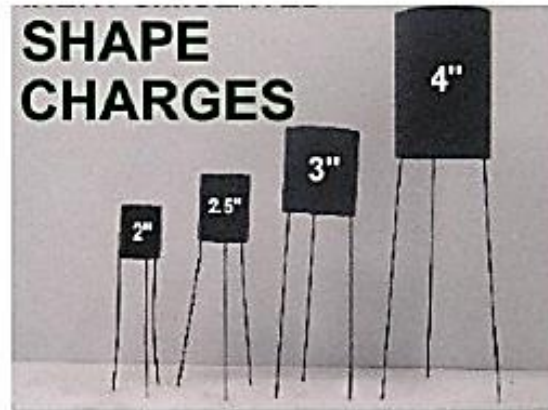
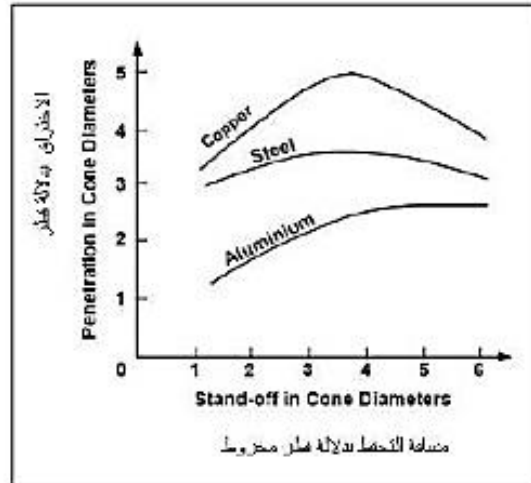
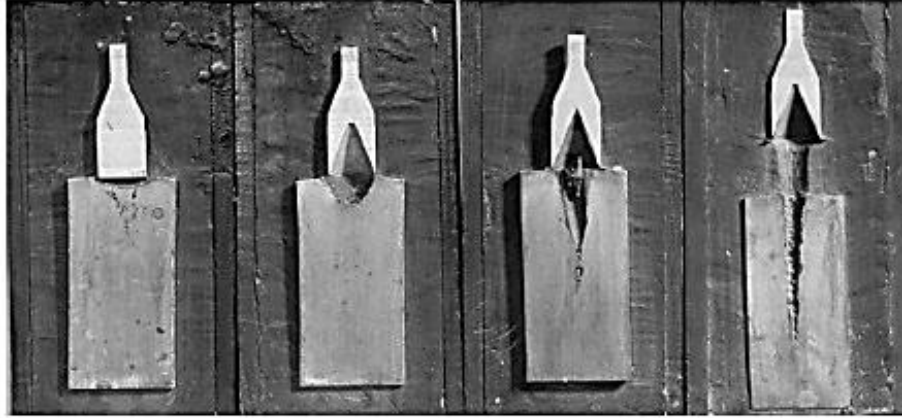
- لذلك من الأنسب أن يكون النسبة واحد لواحد في الوزن بين وزن البطانة ووزن المادة المتفجرة متوسطة القوة في عبوات الخرق أما إذا كانت المادة المتفجرة المستخدمة عالية السرعة (تقريباً ٩٠٠٠ أو ١٠٠٠٠ متر/ثانية) فتكون النسبة واحد و نصف للبطانة لواحد مادة متفجرة عالية السرعة.

- أما في العبوات الصحنية أو العدسية فتكون سماكة البطانة متناسبة مع القطر فمثلاً إذا كان قطر العبوة الصحنية أو العدسية ١٥ سم فلا يجب أن تزيد سماكة البطانة عن (٠,٥ - ١) على أن يكون وزن المادة المتفجرة ثلاث أضعاف وزن الصحن تقريباً.

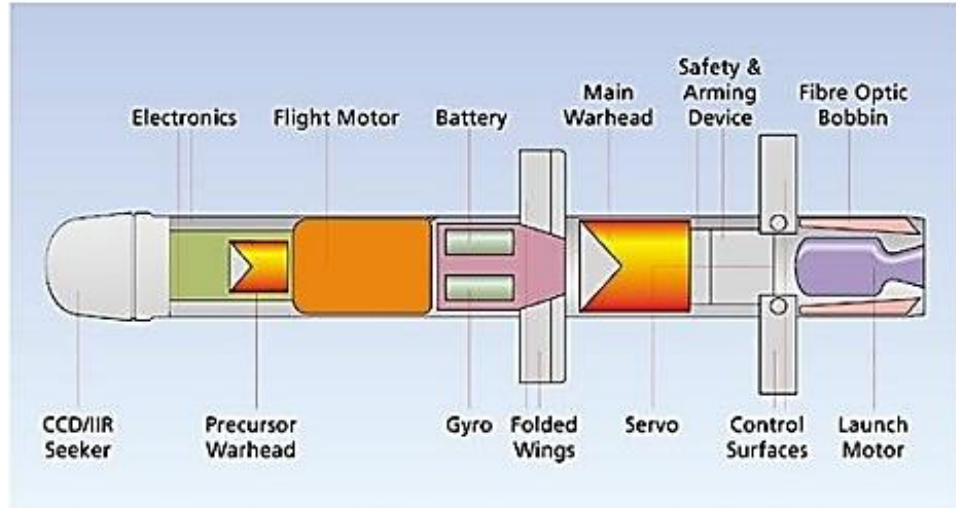
مسافة المباعدة Stand Off:

لكي تعطي الحشوة الجوفاء فعاليتها القصوى، يجب أن تكون هناك مسافة مناسبة تباعد قاعدة البطانة عن سطح الهدف. ذلك لأن جزيئات عمود النفث هي العامل الفعال في عملية الإختراق، ولكي يعطى عمود النفث الوقت الكافي ليتكون ويمتد فلا بد من وجود المسافة المباعدة المذكورة. وما ينطبق على نقصان المسافة المباعدة المناسبة - من حيث ارتباطها بنقصان المسافة المباعدة المناسبة - ينطبق أيضاً على زيادة هذه المسافة. فإن زيادتها عن الحد المطلوب تؤدي أيضاً إلى نقصان الإختراق، لأن عمود النفث سوف يخترق طبقة إضافية من الهواء، وهذا الإختراق سوف يكون على حساب سمك مماثل من معدن الهدف المراد إختراقه وبالتالي يقل الإختراق. وليست المسافة المثالية ثابتة، وإنما

تختلف باختلاف المعدن الذي يستخدم في صنع البطانة، فلكل معدن مسافة مبادعة مثالية خاصة به. ومن الممكن زيادة المسافة المبادعة إلى حد كبير وذلك باختيار شكل مناسب لتجويف الحشوة المشكلة واستخدام بطانة معدنية ملائمة. وأهمية ذلك هو الوصول إلى تركيز بؤري كبير وتمكين عمود النفط من الإستطالة مع الإحتفاظ بفعاليته إلى مسافات كبيرة. مسافة المبادعة تختلف في العنوت حسب نوع وزاوية البطانة المستخدمة في العبوة، فعندما تكون زاوية البطانة تقريبا ٤٥ درجة تكون مسافة المبادعة من ٢ - ٦ أضعاف قطر الحشوة، لكن عندما تكون الزاوية منفرجة ١٤٠ درجة تكون مسافة المبادعة من ٣ - ١١ ضعف قطر الحشوة.



زاوية البطانة حادة (مسافة مبادعة ٢,٥ ضعف القطر) زاوية البطانة منفرجة (مسافة مبادعة ٤ أضعاف القطر)



صاروخ مضاد للدروع موجه ذو رأس ترادفي (لاحظ مسافة المباشرة في الراسيين)

٥. نوع الشظايا و حجمها و شكلها و كم طبقة منها:

يفضل استخدام الشظايا من الحديد و الأفضل من التتجستون أما فيما يخص حجمها فنذلك يرجع إلى حجم العبوة و بعد الهدف عن مكان تثبيت العبوة و نوع الهدف نفسه، فإذا زاد حجم العبوة تكبر حجم الشظية و العكس صحيح، كذلك كلما بعد الهدف عن مكان تثبيت العبوة نزيد في حجم الشظية حتى نحافظ على مسارها أثناء انطلاقها باتجاه الهدف، كذلك إذا كان الهدف مصفح يجب أن يكون قطر الشظية لا يقل عن واحد سم، طبعا المقصود بمصفح ضد إطلاق النار. أما فيما يخص شكل الشظية فنذلك يرجع إلى بعد الهدف عن مكان تثبيت العبوة فإذا كان الهدف أفراد و قريبين من العبوة يفضل استخدام الشظايا الحادة بغض النظر عن شكلها أما إذا كان الهدف بعيد عن مكان تثبيت العبوة فهذه الحالة نستخدم الشظايا الكروية لأنها تحافظ على مسارها المستقيم باتجاه الهدف على عكس الشظايا الحادة لا تستقيم في الهواء على المسافات البعيدة. إذا زادت سماكة طبقة الشظايا عن ثلث سماكة المادة المتفجرة فانه يضعف الموجة الانفجارية وقد يشتتها، وكذلك لا يفضل استخدام أكثر من طبقتين للمسافات البعيدة للحفاظ على قوة و انتظام الموجة الانفجارية. أنسب ما يستخدم في الشظايا الكرات المعدنية سماكة ٣-٦ ملم للأهداف البشرية مشاه و ٨ - ١٦ ملم للأهداف المدرعة الخفيفة حسب كمية المادة المتفجرة وحسب سماكة جسم الآلية فكلما زاد فإننا نزيد من قطر الشظية.





شظايا اسطوانية



شظايا كروية



شظايا مسمارية



- ولكي تؤدي الشظايا أكبر تأثير فيجب أن تكون:
- كروية منتظمة ومرتبطة في صفوف مترابطة و مسممة.
 - لا يزيد بأي حال من الأحوال سماكة طبقة الشظايا عن ثلث سماكة المادة المتفجرة، ويفضل أن تكون سماكة المادة المتفجرة ٦ أضعاف سماكة طبقة الشظايا.
 - متماسكة فيما بينها بمادة لاصقة صمغية تحافظ على انتظامها ولا يكون بينها فراغات.
 - لا تزيد عدد طبقات الشظايا عن طبقتين.

- إذا تعذر وجود الكرات المعدنية فيمكن استخدام المسامير والبراغي سماكة ٨-١٠ ملم مقطعة إلى صغيرة طول كل منها اسم منظمة ويراعى فيها شروط أعلاه .
- كلما زاد وزن الشظية كلما زاد تأثيرها ومداهها، وبما يتناسب مع حجم المادة المتفجرة .



شكل تثبيت الشظايا في العبوة

يعتمد إختراق الشظايا في الأهداف على الأمور التالية:

سرعة الشظية:

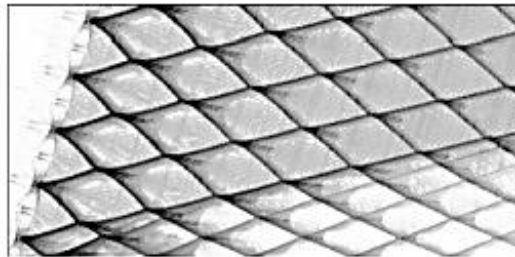
العامل الأساسي الذي يتحكم بسرعة الشظية هو نسبة وزن المواد المتفجرة لوزن الشظايا (C/M). كلما زادت هذه النسبة تزيد سرعة الشظية إلى حد معين. هناك عامل آخر يؤثر على سرعة الشظية وهو شكل العبوة، فالعبوات الأسطوانية تعطي شظايا بسرعة أكبر من العبوات التفيزيونية مثلا. كذلك فإن الحصر الخلفي أو الجانبي يؤدي إلى زيادة في سرعات الشظايا. سرعة الشظية هي احد العوامل الأساسية (إضافة إلى وزن الشظية) في تأثيرها بالأهداف.

وزن وشكل الشظية:

كلما كانت الشظية أكبر (مع وجود نفس السرعة) كان تأثيرها في تدمير واختراق الأهداف أكبر، كلما كان وزن الشظية أكبر يقل تأثير سرعتها خلال سريانها في الهواء. قدرة الشظية على الإختراق تعتمد أيضا على شكلها، فالشظايا ذات الأطراف الحادة تستطيع إلحاق أذى أكبر في الهدف، ولكن هكذا شظايا تنخفض سرعتها بشكل أكبر خلال سريانها في الهواء (وبالتالي نقل فعاليتها بشكل كبير). وكنتيجة عامة فإن الشظايا ذات الأطراف الحادة والسطوح الملساء (المكعبات) مناسبة للأهداف القريبة، أما الشظايا المحذبة (الكروية) فهي مناسبة للأهداف البعيدة.

نوعية المعدن المشظي:

عندما يكون المعدن المشظي قاسي جدا تتكسر الشظايا جراء الانفجار وتتحول إلى قطع صغيرة أو تتحطم عند اصطدامها بالهدف وعندما يكون المعدن المشظي لين يتغير شكله وبالتالي تزيد مقاومة الهواء له يقل تأثيره بالأهداف خصوصا القاسية. كذلك الشظايا ذات الكثافة العالية لها تأثير اختراقي أفضل بكثير من الشظايا ذات المعادن التي كثافتها منخفضة.



٦. تشكيل المادة المتفجرة:

حتى يكون الاستفادة من الموجة الانفجارية أكبر ما يكون، فلا بد أن تكون العبوة مشكلة. و نقصد بتشكيل العبوة هو التحكم في شكل المادة المتفجرة بما يناسب شكل وطبيعة الهدف.

يعتمد تحديد شكل العبوة على اختيار نوعية الهدف بشكل رئيسي وما سيترتب على اختيار العبوة من حيث نوعها وحجمها وآلية النقل والتفجير .

و لدراسة الأهداف لا بد من الانتباه إلى حيثيات الهدف للوصول إلى التأثير الأكبر للموجة الانفجارية، مثال: الهدف: أفراد (عدد الأفراد، بعد الأفراد عن العبوة، يرتدي واقى، بدون واقى، مكنظين، منتشرين، كيفية انتشارهم، مكان مغلق أو مفتوح، يوجد موانع أو بدون موانع...الخ).

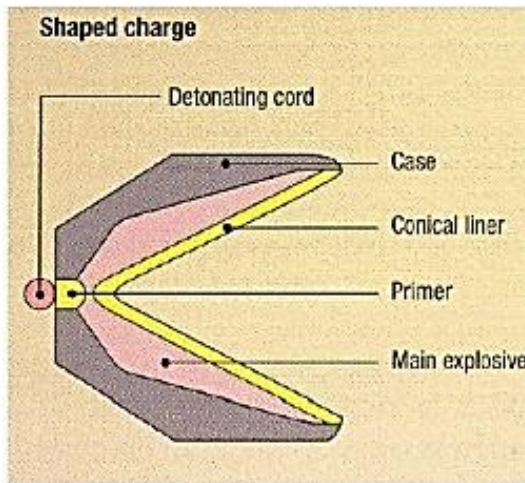
الهدف: آليات (حجمها، نوعها، تدرعها، بعدها عن العبوة، وجود عوائق أو لا.. الخ)

الهدف: منشآت (حجم، شكل، نوع حديد، خشب، باطون مسلح أو غير مسلح، بناء، عدد الطوابق .. الخ)

آلية النقل والتفجير (حزام ناسف، حقيبة، سيارة، قارب، طائرة، قذيفة، صاروخ، عبوة ومزروعة بأي شكل بالقرب من الهدف أو داخله أو بعيدة عنه..)

٧. الكابج (نوعه، حالته، حجمه، سماكته، شكله):

ونقصد بالكابج، الوعاء الذي يحوي المادة المتفجرة . ويجب أن يراعى فيه أن يكون ذا سماكة مناسبة من المعدن، علما أنه يمكن أن يكون من أي مادة أخرى، كما يجب أن يقاوم كل الظروف المتوقع أن تتعرض لها العبوة. وكذلك أن تكون جهة انتشار الموجة رقيقة بحيث تسمح في انتظام شكل خروج الموجة الانفجارية. نختار شكل الحصر المناسب بحسب نوع المادة سواء كان هذا الحصر جانبي أو خلفي ليعمل على تفجير كامل المادة وزيادة سرعتها لاسيما في المتفجرات الضعيفة مثل خلاط النترات، ولتوجيه الموجة باتجاه معين لأن الانفجار يتجه دائما نحو النقطة الأضعف ، وفي هذه الحالة نلجأ إلى زيادة سماكة الوعاء من ٥,٠ سم إلى ٢ سم تقريبا، أما في حال استخدام المتفجرات القوية فإننا لا نلجأ إلى تسميك الوعاء لأن جزء كبير من الموجة سيتجه إلى تمزيق الوعاء الخارجي وبالتالي إضعافها. تؤثر سماكة الغلاف الخارجي على قدرة المواد المتفجرة فتزيد قدرتها مع ازدياد سماكة الغلاف الخارجي حتى حد معين (حوالي ١٠% من قطر العبوة إذا كان الغلاف من الفولاذ).



٨. توجيه العبوات (توجيه الموجة الانفجارية):

توجيه العبوة: هو تسديد انتشار الموجة الانفجارية وما تحمله من شظايا أو بطانة باتجاه المنطقة القاتلة للهدف. من خلال تعامل العبوة على الهدف.

فالأمر التي تساعد التوجيه:-

١. رفع العبوة عن سطح الأرض بمقدار ارتفاع المنطقة القاتلة للهدف فعلى سبيل المثال إذا كان الهدف راجل فإننا نحاول أن نجد مكان مرتفع بمقدار ١,٣ متر تقريبا، أو على رفوف المحلات أو داخل سيارة مفخخة أو في سلال القمامة المعلقة أو جذوع الشجر وكذلك الحال إذا كان الهدف باص مثلا فنرفع العبوة عن سطح الأرض بمقدار ٢,٣ متر تقريبا .

وهكذا علما أننا نعد من الركبة إلى أعلى الرأس منطقة قاتلة للهدف . فإننا في كل الأحوال نحذف المسافة التي لا يراد إيصال تركيز الشظايا لها مع العلم أنه سيصلها جزءا منها.

٢. إحضار ميزان الماء للبنائين وضبط الفقاعتين الأفقية والعمودية على العبوة، على أن يراعى أن يكون جزء من العبوة مستوي لوضع الميزان عليه. أو يمكن اخذ الفقاعتين وتثبيتهما على العبوة بشكل متعامد على بعضهما .

٣. الاستفادة من المصباح الليزري وخصوصا في الليل أو المكان التي بها ظل، مع الانتباه إلى مكان سقوط الضوء الأحمر لحظة التوجيه فيكشف المكان لا سمح الله ، وتكمن الاستفادة من المصباح عن طريق وضعة على كافة جوانب العبوة وجعل ضوء الليزر يمر عبر سطح العبوة - ضروري أن تلاحظ جزء من الضوء على جسم العبوة وامتداد الجزء الآخر على منطقة الهدف .

٤ . المنقلة المذنبة المتحركة (تأتي على شكل البوصلة) وهي مفيدة جدا في حساب وتوجيه الزوايا ، وهي تشبه في استخدامها ميزان الماء فيجب أن تكون قراءة المؤشر على الصفر ، وفي حال الاحتياج إلى إمالة العبوة فيمكن قراءة الزوايا بالدرجات :

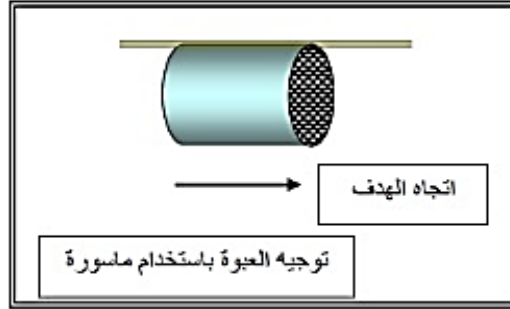


٥. في حال كون المسافة قريبة وفي المناطق الغير مأهولة يمكن الاستفادة من الخيط أو حبل كما هو الحال في المصباح الليزري .

٦. الطرق التقريبية من خلال النظر على العبوة من فوقها مباشرة وكذلك من الخلف ومحاولة التدقيق في الخط الأفقي و العامودي للعبوة والتأكد من عدم وجود ميلان للأسفل أو للأعلى أو لأحد الجوانب .

٧. في حال كانت العبوة محمولة فيكفي رفعها إلى أعلى منطقة الصدر ، أو إذا كان جالس على طاولة مثل طاولات المطاعم فيكفي أن توضع على الطاولة ، ويجب أن يتجنب الجلوس في الزوايا أو الأطراف بل يجب أن يجلس في المنتصف أو في الثلث الأول من القاعة مثلا ولكل هدف حالته الخاصة التي يجب الانتباه لها ، وعلى كل كما أسلفنا في هذه الحالات يفضل أن تكون الكمية كبيرة والمسافة قريبة وأفضل الأشكال الاسطوانية والشظايا حولها كاملا .

٨. ومن أفضل الأمور التي تساعد في توجيه العبوة بشكل سريع ودقيق هو استخدام ماسورة بطول ٤٠ سم تقريبا وبقطر مناسب بحيث يبدأ قطر الماسورة من (٠,٥ ٢,٥ سم) تقريبا أو أكبر ، ويعتمد قطر الماسورة على مساحة الهدف ويعد العبوة عن الهدف وعلى أي حال يمكن الاستفادة من أي قطر اذا اتبعنا الشروط التالية :
- أن تكون الماسورة مثبتة بشكل مستقيم على العبوة باتجاه الهدف (مثبتة مثلا على الخط الموجود على العلب حيث انه مستقيم ومنصف للعبوة) .
 - إذا لم يكن هذا الخط موجود فنصنع خط يمر بمركز العبوة .
 - يجب أن ترى الهدف من خلال الماسورة و إذا كان قطر الماسورة كبير فيجب أن ترى الهدف في منتصف الماسورة (قريب من عملية التسديد للبنديقية م ١٦) . و إذا كنت تريد أن تسدد على نقطة من الهدف فنصغر قطر الماسورة إلى أن نرى النقطة المحددة التي يراد إصابتها .
 - يجب الانتباه أثناء التسديد إلى أن الماسورة والعبوة يتحركان سوياً . لذلك يفضل تثبيت الماسورة بأي طريقة على جسم العبوة قبل وضع المواد المتفجرة فيها .
 - يجب الانتباه إلى أن الجسم الخارجي للعبوة التي منثبت عليها الماسورة مستو تماما .



٩. تثبيت العبوة و بعدها عن الهدف:

كما نعلم أنه يجب تثبيت كامل أجزاء العبوة والعبوة بشكل محكم بشرط أن لا تكون المواد المستخدمة في التثبيت تعمل على تشتيت الموجة الانفجارية ومن أفضل هذه المواد المستخدمة في التثبيت اللواصق والرغوة. يجب أن يثبت الصاعق داخل المادة المتفجرة جيدا وكذلك المادة والصاعق بآلية التفجير وكامل العبوة داخل الوعاء بحيث لا يحدث هناك خلل أثناء الحركة أو النقل ، وعليه فان من أنسب المواد لاستخدامها في التثبيت مادة الرغوة FOAM والتي تستخدم في سد الثقوب في المنازل أو السيارات وكذلك السيلايكون.





١٠. تمويه العبوة و المواد المستخدمة فيه:

يجب أن لا تكون المواد المستخدمة في التمويه طبيعية كانت أم صناعية غير معيقة أو مشبعة للموجة الانفجارية وإذا اضطررنا لتغليف كامل العبوة فيجب أن يكون اتجاه انطلاق الموجة رقيق نسبياً. ونقصد به الاندماج مع المحيط . سواء كان هذا المحيط الطبيعية أو ضمن الحياة المدنية. وبمعنى آخر أن الشيء أو المكان الذي نريد أن نزرع العبوة فيه يجب أن يكون هو نفسه بعد إخفاء العبوة فيه من حيث الشكل ، الوزن ، اللون ، الرائحة... كما ويجب أن لا يكون التمويه كثيفاً ولا خفيفاً ، مراعاة الاستمرار في التمويه حتى انتهاء المهمة ، التفنن والإبداع في التمويه .

وسائل التمويه :-

وهي المواد التي نستخدمها في التمويه وهي نوعان :-

١. وسائل ومواد صناعية :- مثل (الألياف الزجاجية - الفيبيرجلاس - الجبصين ، الدهان ، الألوان ، علب مواد الأغذية والتنظيف ، أو أي شيء قد يستخدم في الحياة المدنية ويناسب للعبوة)
٢. وسائل طبيعية :- مثل (الأعشاب ، ألياف الشجر ، غصون الأشجار ، الوحل ،)

ملاحظات يجب مراعاتها في تمويه العبوات :-

- ١- يجب مراعاة وزن العبوة حيث يجب أن تكون منسجمة مع وزن الوعاء الأساسي.
- ٢- يجب مراعاة الحجم بحيث تكون منسجمة مع حجم الوعاء.
- ٣- يجب عدم ترك فراغات حتى لا تبقى العبوة حرة الحركة داخل الوعاء، ويمكن الاستفادة من الإسفنج أو الفلين لتثبيتها جيداً داخل الوعاء
- ٤- يمكن إبقاء القليل من المادة الأساسية الموجودة داخل الوعاء من الأعلى للتمويه على العبوة في حال التفتيش ومحاولة فتح الوعاء من المكان المخصص.
- ٥- يجب مراعاة مركز الثقل بحيث لا يكون الوعاء ثقيل من جهة والجهة الأخرى خفيف.
- ٦- عدم وجود أي شيء غير طبيعي على الوعاء مثل كبسة زر أو سلك أو لمبة

١١. إضافة مواد لزيادة فاعلية العبوة (المواد المساعدة):

إن أي إضافة للمواد المساعدة لزيادة قوة الموجة الانفجارية لا يجب أن يكون ضمن مكونات المادة المتفجرة وإنما خارجها، بعيداً عن اتجاه انطلاق الموجة الرئيسية وإلا سيكون لها الأثر السلبي على الموجة.

ومن المواد المساعدة المستخدمة مع العنوبات اسطوانات الغاز للحصول على صوت ولهيب كبيرين، أو البنزين والبولار للحصول على حرارة ولهيب، أو بودرة الألمنيوم للحصول على حرارة عالية، أو بودرة الألمنيوم وبرمنجنات البوتاسيوم للحصول على حرارة عالية ووهج كبير، أو النابالم و الغراء لعمل حريق هائل، أو دخانية باستخدام النشا الجاف و الطحين و الاسمنت الأبيض... وهكذا.

ملاحظة: كل المواد المساعدة لا تكون من ضمن مكونات المادة المتفجرة وإنما خارجها.

١٢. آلية التفجير و نوع التوصيلات:

كيف يفيد اختيار آلية التفجير ونوع التوصيلات في زيادة تأثير الموجة الانفجارية؟
فعلى سبيل المثال فعندما يكون الهدف متحرك لا يصح استخدام التوقيت لصعوبة الحصول على الدقة المطلوبة. وبشكل عام كلما كانت الآلية مناسبة لطبيعة الهدف يكون التأثير أكبر، فضمن حدوث الانفجار في الهدف أو تفجير أكثر من عبوة في آن واحد أو عمل تفجير متوالي لا شك من أنه يزيد من التأثير على الهدف بل إن آلية التفجير تجعل لك الخيارات الكثيرة في تحديد أسلوب العمل وتحديد نسبة التأثير.

و المعيار في الحكم على اعتماد الآلية في التفجير بمقدار اتصافها بهذين الشرطين:

و المعيار في الحكم على اعتماد الآلية في التفجير بمقدار اتصافها بهذين الشرطين:

١. أمانة للمنفذ .

٢. فاعلة بمعنى تحقق الهدف المخطط له. ولا نتأزل عن هذين الشرطين

وعند الحديث عن آلية التفجير فإننا نتحدث عن الطريقة التي نريد أن نفجر فيها العبوة وهي لا تتجاوز الأنواع التالية :
(تفجير مباشر إما سلكي أو استشهادي - توقيت - تحكم عن بعد - شرك (فخ بحيث نتيجة قيام الهدف بعمل ما تتفجر العبوة) . ويغض النظر عن مقدار التقنية المستخدمة فكل بحسب علمه وإمكاناته ، لكن حتى نقرر استخدام أي دائرة فلا بد أن تكون اجتازت عدة تجارب ناجحة ليس فيها خلل وينفس المكونات والظروف . ونذكر هنا بضرورة عزل الوصلات وكامل الدائرة باللاصق أو السيليكون الحراري ثم تجربتها بعد العزل . تثبيتها جيدا مع المادة المتفجرة .

١٢. الدوران: لدوران المقذوفات - التي تحتوي على حشوات جوفاء - حول نفسها تأثير سلبي على عملية الإحترق.

نظراً لأن عمود النفط المتكون يميل إلى الانتشار . و يزداد هذا التأثير تدريجياً بازدياد سرعة الدوران . وما يحدث هو أن قطر الخرق يزداد بينما يقل عمق الإحترق.

جدول كثافة النترك

Nitric Acid Solutions in Water												
HNO ₃	Temperature in degrees Centigrade (°C)											
	0°C	5°C	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C	40°C	50°C	60°C	80°C	100°C
Concentration (% Weight)	Density (kg/L)											
1	1.0058	1.00572	1.00534	1.00464	1.00364	1.00241	1.0009	0.9973	0.9931	0.9882	0.9767	0.9632
2	1.0117	1.01149	1.01099	1.01018	1.00909	1.00778	1.0061	1.0025	0.9982	0.9932	0.9816	0.9681
3	1.0176	1.0173	1.01668	1.01576	1.01457	1.01318	1.0114	1.0077	1.0033	0.9982	0.9865	0.973
4	1.0236	1.02315	1.0224	1.02137	1.02008	1.01861	1.0168	1.0129	1.0084	1.0033	0.9915	0.9779
5	1.0296	1.02904	1.02816	1.02702	1.02563	1.02408	1.0222	1.0182	1.0136	1.0084	0.9965	0.9829
6	1.0357	1.03497	1.03397	1.03272	1.03122	1.02958	1.0277	1.0235	1.0188	1.0136	1.0015	0.9879
7	1.0418	1.041	1.0399	1.0385	1.0369	1.0352	1.0333	1.0289	1.0241	1.0188	1.0066	0.9929
8	1.048	1.0471	1.0458	1.0443	1.0427	1.0409	1.0389	1.0344	1.0295	1.0241	1.0117	0.998
9	1.0543	1.0532	1.0518	1.0502	1.0485	1.0466	1.0446	1.0399	1.0349	1.0294	1.0169	1.0032
10	1.0606	1.0594	1.0578	1.0561	1.0543	1.0523	1.0503	1.0455	1.0403	1.0347	1.0221	1.0083
11	1.0669	1.0656	1.0639	1.0621	1.0602	1.0581	1.056	1.0511	1.0458	1.0401	1.0273	1.0134
12	1.0733	1.0718	1.07	1.0681	1.0661	1.064	1.0618	1.0567	1.0513	1.0455	1.0326	1.0186
13	1.0797	1.0781	1.0762	1.0742	1.0721	1.0699	1.0676	1.0624	1.0568	1.0509	1.0379	1.0238
14	1.0862	1.0845	1.0824	1.0803	1.0781	1.0758	1.0735	1.0681	1.0624	1.0564	1.0432	1.0289
15	1.0927	1.0909	1.0887	1.0865	1.0842	1.0818	1.0794	1.0739	1.068	1.0619	1.0485	1.0341
16	1.0992	1.0973	1.095	1.0927	1.0903	1.0879	1.0854	1.0797	1.0737	1.0675	1.0538	1.0393
17	1.1057	1.1038	1.1014	1.0989	1.0964	1.094	1.0914	1.0855	1.0794	1.0731	1.0592	1.0444
18	1.1123	1.1103	1.1078	1.1052	1.1026	1.1001	1.0974	1.0913	1.0851	1.0787	1.0646	1.0496
19	1.1189	1.1168	1.1142	1.1115	1.1088	1.1062	1.1034	1.0972	1.0908	1.0843	1.07	1.0547
20	1.1255	1.1234	1.1206	1.1178	1.115	1.1123	1.1094	1.1031	1.0966	1.0899	1.0754	1.0598
21	1.1322	1.13	1.1271	1.1242	1.1213	1.1185	1.1155	1.109	1.1024	1.0956	1.0808	1.065
22	1.1389	1.1366	1.1336	1.1306	1.1276	1.1247	1.1217	1.115	1.1083	1.1013	1.0862	1.0701
23	1.1457	1.1433	1.1402	1.1371	1.134	1.131	1.128	1.121	1.1142	1.107	1.0917	1.0753
24	1.1525	1.1501	1.1469	1.1437	1.1404	1.1374	1.1343	1.1271	1.1201	1.1127	1.0972	1.0805
25	1.1594	1.1569	1.1536	1.1503	1.1469	1.1438	1.1406	1.1332	1.126	1.1185	1.1027	1.0857

26	1.1663	1.1638	1.1603	1.1569	1.1534	1.1502	1.1469	1.1394	1.132	1.1244	1.1083	1.091
27	1.1733	1.1707	1.167	1.1635	1.16	1.1566	1.1533	1.1456	1.1381	1.1303	1.1139	1.0963
28	1.1803	1.1777	1.1738	1.1702	1.1666	1.1631	1.1597	1.1519	1.1442	1.1362	1.1195	1.1016
29	1.1874	1.1847	1.1807	1.177	1.1733	1.1697	1.1662	1.1582	1.1503	1.1422	1.1251	1.1069
30	1.1945	1.1917	1.1876	1.1838	1.18	1.1763	1.1727	1.1645	1.1564	1.1482	1.1307	1.1122
31	1.2016	1.1988	1.1945	1.1906	1.1867	1.1829	1.1792	1.1708	1.1625	1.1542	1.1363	1.1175
32	1.2088	1.2059	1.2014	1.1974	1.1934	1.1896	1.1857	1.1772	1.1687	1.1602	1.1419	1.1228
33	1.216	1.2131	1.2084	1.2043	1.2002	1.1963	1.1922	1.1836	1.1749	1.1662	1.1476	1.1281
34	1.2233	1.2203	1.2155	1.2113	1.2071	1.203	1.1988	1.1901	1.1812	1.1723	1.1533	1.1335
35	1.2306	1.2275	1.2227	1.2183	1.214	1.2098	1.2055	1.1966	1.1876	1.1784	1.1591	1.139
36	1.2375	1.2344	1.2294	1.2249	1.2205	1.2163	1.2119	1.2028	1.1936	1.1842	1.1645	1.144
37	1.2444	1.2412	1.2361	1.2315	1.227	1.2227	1.2182	1.2089	1.1995	1.1899	1.1699	1.149
38	1.2513	1.2479	1.2428	1.2381	1.2335	1.2291	1.2245	1.215	1.2054	1.1956	1.1752	1.154
39	1.2581	1.2546	1.2494	1.2446	1.2399	1.2354	1.2308	1.221	1.2112	1.2013	1.1805	1.1589
40	1.2649	1.2613	1.256	1.2511	1.2463	1.2417	1.237	1.227	1.217	1.2069	1.1858	1.1638
41	1.2717	1.268	1.2626	1.2576	1.2527	1.248	1.2432	1.233	1.2229	1.2126	1.1911	1.1687
42	1.2786	1.2747	1.2692	1.2641	1.2591	1.2543	1.2494	1.239	1.2287	1.2182	1.1963	1.1735
43	1.2854	1.2814	1.2758	1.2706	1.2655	1.2606	1.2556	1.245	1.2345	1.2238	1.2015	1.1783
44	1.2922	1.288	1.2824	1.2771	1.2719	1.2669	1.2618	1.251	1.2403	1.2294	1.2067	1.1831
45	1.299	1.2947	1.289	1.2836	1.2783	1.2732	1.268	1.257	1.2461	1.235	1.2119	1.1879
46	1.3058	1.3014	1.2955	1.2901	1.2847	1.2795	1.2742	1.263	1.2519	1.2406	1.2171	1.1927
47	1.3126	1.308	1.3021	1.2966	1.2911	1.2858	1.2804	1.269	1.2577	1.2462	1.2223	1.1976
48	1.3194	1.3147	1.3087	1.3031	1.2975	1.2921	1.2867	1.275	1.2635	1.2518	1.2275	1.2024
49	1.3263	1.3214	1.3153	1.3096	1.304	1.2984	1.2929	1.2811	1.2693	1.2575	1.2328	1.2073
50	1.3327	1.3277	1.3215	1.3157	1.31	1.3043	1.2987	1.2867	1.2748	1.2628	1.2377	1.2118

51	1.3391	1.3339	1.3277	1.3218	1.316	1.3102	1.3045	1.2923	1.2802	1.268	1.2425	1.2163
52	1.3454	1.3401	1.3338	1.3278	1.3219	1.316	1.3102	1.2978	1.2856	1.2731	1.2473	1.2208
53	1.3517	1.3462	1.3399	1.3338	1.3278	1.3218	1.3159	1.3033	1.2909	1.2782	1.2521	1.2252
54	1.3579	1.3523	1.3459	1.3397	1.3336	1.3275	1.3215	1.3087	1.2961	1.2833	1.2568	1.2296
55	1.364	1.3583	1.3518	1.3455	1.3393	1.3331	1.327	1.3141	1.3013	1.2883	1.2615	1.2339
56	1.37	1.3642	1.3576	1.3512	1.3449	1.3386	1.3324	1.3194	1.3064	1.2932	1.2661	1.2382
57	1.3759	1.37	1.3634	1.3569	1.3505	1.3441	1.3377	1.3246	1.3114	1.2981	1.2706	1.2424
58	1.3818	1.3757	1.3691	1.3625	1.356	1.3495	1.343	1.3298	1.3164	1.3029	1.2751	1.2466
59	1.3875	1.3813	1.3747	1.368	1.3614	1.3548	1.3482	1.3348	1.3213	1.3077	1.2795	1.2507
60	1.3931	1.3868	1.3801	1.3734	1.3667	1.36	1.3533	1.3398	1.3261	1.3124	1.2839	1.2547
61	1.3986	1.3922	1.3855	1.3787	1.3719	1.3651	1.3583	1.3447	1.3308	1.3169	1.2881	1.2587
62	1.4039	1.3975	1.3907	1.3838	1.3769	1.37	1.3632	1.3494	1.3354	1.3213	1.2922	1.2625
63	1.4091	1.4027	1.3958	1.3888	1.3818	1.3748	1.3679	1.354	1.3398	1.3255	1.2962	1.2661
64		1.4078	1.4007	1.3936	1.3866	1.3795	1.3725					
65		1.4128	1.4055	1.3984	1.3913	1.3841	1.377					
66		1.4177	1.4103	1.4031	1.3959	1.3887	1.3814					
67		1.4224	1.415	1.4077	1.4004	1.3932	1.3857					
68		1.4271	1.4196	1.4122	1.4048	1.3976	1.39					
69		1.4317	1.4241	1.4166	1.4091	1.4019	1.3942					
70		1.4362	1.4285	1.421	1.4134	1.4061	1.3983					
71		1.4406	1.4328	1.4252	1.4176	1.4102	1.4023					
72		1.4449	1.4371	1.4294	1.4218	1.4142	1.4063					
73		1.4491	1.4413	1.4335	1.4258	1.4182	1.4103					
74		1.4532	1.4454	1.4376	1.4298	1.4221	1.4142					
75		1.4573	1.4494	1.4415	1.4337	1.4259	1.418					

76		1.4613	1.4533	1.4454	1.4375	1.4296	1.4217					
77		1.4652	1.4572	1.4492	1.4413	1.4333	1.4253					
78		1.469	1.461	1.4529	1.445	1.4369	1.4288					
79		1.4727	1.4647	1.4565	1.4486	1.4404	1.4323					
80		1.4764	1.4683	1.4601	1.4521	1.4439	1.4357					
81		1.48	1.4718	1.4636	1.4555	1.4473	1.4391					
82		1.4835	1.4753	1.467	1.4589	1.4507	1.4424					
83		1.4869	1.4787	1.4704	1.4622	1.454	1.4456					
84		1.4903	1.482	1.4737	1.4655	1.4572	1.4487					
85		1.4936	1.4852	1.4769	1.4686	1.4603	1.4518					
86		1.4968	1.4883	1.4799	1.4716	1.4633	1.4548					
87		1.4999	1.4913	1.4829	1.4745	1.4662	1.4577					
88		1.5029	1.4942	1.4858	1.4773	1.469	1.4605					
89		1.5058	1.497	1.4885	1.48	1.4716	1.4631					
90		1.5085	1.4997	1.4911	1.4826	1.4741	1.4656					
91		1.5111	1.5023	1.4936	1.485	1.4766	1.4681					
92		1.5136	1.5048	1.496	1.4873	1.4789	1.4704					
93		1.5156	1.5068	1.4979	1.4892	1.4807	1.4722					
94		1.5177	1.5088	1.4999	1.4912	1.4826	1.4741					
95		1.5198	1.5109	1.5019	1.4932	1.4846	1.4761					
96		1.522	1.513	1.504	1.4952	1.4867	1.4781					
97		1.5244	1.5152	1.5062	1.4974	1.4889	1.4802					
98		1.5278	1.5187	1.5096	1.5008	1.4922	1.4835					
99		1.5327	1.5235	1.5144	1.5056	1.4969	1.4881					
100		1.5402	1.531	1.5217	1.5129	1.504	1.4952					

نهاية الفصل العاشر

الفصل الأول

مفاهيم أساسية



سلسلة وأعدوا - سلاح الهندسة

يعتبر سلاح الهندسة من أهم الأسلحة ذات التأثير البالغ على مختلف مراحل المعركة وتحت كل الظروف. إذ أن مهمة سلاح الهندسة تبدأ من اللحظة التي يبدأ فيها التخطيط للعملية، وتستمر في مرحلة التحضير وأثناء سير القتال وبعد تمام المعركة في إزالة آثار الحرب.

وتختلف طبيعة عمل المهندسين العسكريين من معركة إلى أخرى حسب ظروف القتال وطبيعة مسرح العمليات وأعمالهم في المعركة الهجومية غيرها في المعركة الدفاعية أو في عمليات الانسحاب. كما أن مسرح العمليات ذا الطبيعة الصحراوية يختلف عن المسح الجبلي أو المناطق الزراعية أو المدن.

الواجبات العامة لسلاح الهندسة:

تتلخص واجبات سلاح الهندسة خلال مراحل المعركة بالنقاط التالية:

- الاستطلاع الهندسي: الذي يركز على جمع المعلومات وتحليلها لمعرفة الحقائق المتعلقة بـ:

الأرض: طبيعتها والموانع الطبيعية فيها كالمرتفعات والجبال والتلال وتماسك التربة والمستنقعات والممرات المائية والقنوات كما تحدد الغابات والأحراش إن وجدت وتستكشف مصادر المياه والآبار الموجودة بالمنطقة...

العدو: أي نقاطه القوية ودشمه وتحصيناته وطرق اقترابه مع دراسة أفضل السبل للتغلب عليها وتدميرها، ويقوم أيضاً بتحديد حقول الألغام المعادية وحدودها وعمقها وطبيعة الموانع المختلفة مع الحلول المقترحة للتغلب عليها وفتح الثغرات بها.

ويتم الاستطلاع الهندسي بالرصد، والدوريات الهندسية، والتنصت، والتصوير، كما يتم الاستطلاع بالقوة (كمائن - إغارات...).

ويراعى استمرار ومتابعة أعمال الاستطلاع الهندسي خلال مراحل القتال المختلفة فقد يفاجأ التشكيل المقاتل بعوائق أثناء مناوخته القتالية في عمق العدو ومما يدعو إلى تدخل المهندسين لإيجاد حل أو مخرج لمثل هذه المواقف. كما أنه يجب أن يتسم الاستطلاع بالدقة وسرعة نقل المعلومات إلى الهيئات المختصة لتحليلها ودراستها واستخلاص النتائج منها.

- إدامة حركة القوات الصديقة واستمرارها: من خلال إزالة كل ما يعترض طريق قواتنا من عوائق وموانع سواء كانت من صنع البشر أو تفرضها طبيعة أرض المعركة وذلك قبل وأثناء التماس مع العدو وضمن أقل فترة زمنية ممكنة.

ويشكل ذلك فتح الثغرات في حقول الألغام التي وضعها العدو أمام مواقعه الدفاعية ومهاجمة النقاط الحصينة ونسف أبواب وأبراج المعاقل القوية... وكذلك إقامة الجسور والأطواف التي يتم مرور القوات فوقها خلال مراحل الاقتحام بالإضافة إلى إنشاء الطرق والممرات اللازمة لتحرك القوات.

- منع القوات المعادية من التقدم: عن طريق وضع الموانع اللازمة (حقول ألغام - عبوات ناسفة - خنادق دبابات - شراك خداعية...) والتي تغلق جميع المحاور المحتمل مرور العدو من خلالها، بالإضافة إلى نسف وتدمير الجسور التي يستخدمها العدو في تحركاته ونقل إمداداته.
- إنشاء الدشم والتحصينات: القوية وحفر الخنادق والملاجئ سواء في المواقع الدفاعية الصديقة أو في المواقع الدفاعية الجديدة التي تم اقتحامها.
- إزالة العبوات الناسفة والشراك الخداعية: التي يبثها العدو أو يتركها خلفه عند الانسحاب بعد اقتحام مواقعه وخاصة في المناطق المبنية أو المحصنة.
- إزالة القنابل والصواريخ والقذائف: التي قد تسقط وسط القوات دون أن تنفجر مما يجعلها خطراً على حياتهم وعلى سلامة أسلحتهم ومعداتهم.
- إجراء أشكال مختلفة من الهندسة الميدانية: في المناطق الإدارية، ومن هذه الأعمال الإجراءات التالية:
 - ✓ العمل على صيانة الطرق الحربية والمطارات العسكرية.
 - ✓ حفر المرازض ومواقع المدفعية والأسلحة المتوسطة والثقيلة الأخرى.
 - ✓ تجهيز الأماكن الصالحة لتكديس الذخيرة.
 - ✓ تجهيز وإعداد مراكز القيادة ومراكز السيطرة والتحكم والمواصلات.
 - ✓ إجراء التدابير الهندسية الخاصة بالإخفاء والتمويه والخداع.
 - ✓ المعاونة في إقامة الوسائل الواقية ضد الهجمات النووية أو وسائل وأسلحة الدمار الشامل (الكيميائية - البيولوجية...).

عمل وحدات الهندسة:

- تعمل وحدات الهندسة خلال سير العمليات القتالية إما:
- كوحدات هندسة عسكرية مستقلة.
 - كوحدات هندسة عسكرية في تشكيل أسلحة مشتركة.
 - تنفيذ العمليات الخاصة.
 - كوحدات مشاة عادية وذلك عندما لا تكون الوحدات المقاتلة محتاجة لأي جهد هندسي خلال فترة زمنية محددة.

مقدمة في المتفجرات :

لم يذكر التاريخ متى بدأ استخدام أول مادة مفرقة، وربما كانت النيران اليونانية الشهيرة التي ظهرت في بلاد اليونان سنة ٦٧٣ ميلادية شيئا يشبه المفرقات أو الألعاب النارية ، وقد ظهر سنة ١٣٠٠م مخلوط مكون من فحم الكربون والكبريت وملح البارود (نترات البوتاسيوم) ، وكان هذا المخلوط حتى سنوات عديدة هو المادة الوحيدة المتفجرة والمعروفة باسم البارود الأسود .

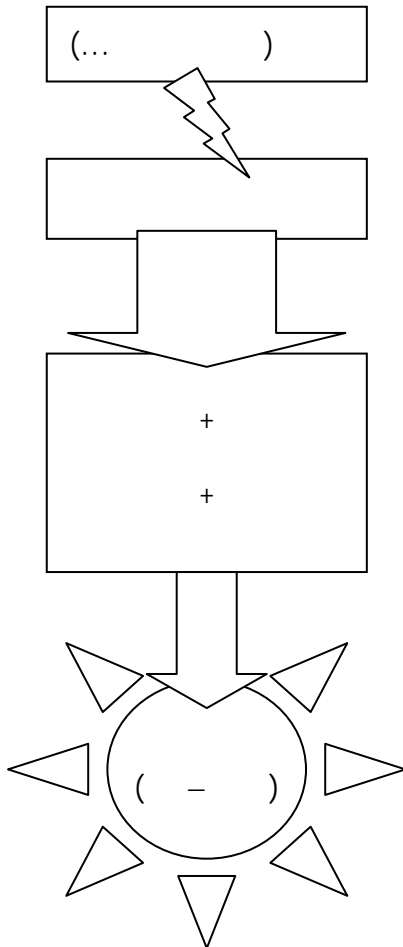
وقد عرفت أوروبا البارود الأسود سنة ١٣١٣م كمادة دافعة للمقذوفات على يد راهب ألماني ، ولكن اغلب الظن أن العرب كانوا أسبق الناس إلى معرفته واستخدامه في حروبهم قبل ذلك بنصف قرن تقريبا حيث ذكر ابن خلدون أن أحد ملوك العرب استخدمه في الحرب سنة ١٢٧٣م.

تطورت المتفجرات كمادة يمكن استخدامها كمصدر للطاقة في أغراض التدمير في النصف الأخير من القرن التاسع عشر حيث توصل العالم السويدي الفريد نوبل سنة ١٨٦٧ إلى إعداد مركب النيتروجلسرين .

قام العلماء بعد ذلك بتطوير المتفجرات باستخدام النيتروجلسرين وإضافته إلى مواد أخرى والتوصل إلى أنواع كثيرة أخرى كما ظهرت مركبات خالية تماما من النيتروجلسرين ، وتستخدم المتفجرات حاليا بصورها المختلفة في الحروب ، كما تستخدم أيضا أنواع منها بصورة آمنة في الأعمال المدنية

تعريف المواد المتفجرة :

هي عبارة عن مواد صلبة أو سائلة أو غازية قابلة عند تعرضها إلى عامل خارجي (صدمة، احتكاك، حرارة...)، للتحويل السريع الذاتي الانتشار الذي يعطي كمية كبيرة من الحرارة والغازات خلال فترة وجيزة من الزمن وبالتالي إلى ارتفاع هائل في الضغط مما يؤدي إلى عمل ميكانيكي يكسر ويفتت ويرمي ما يحيط به من أجسام.



ولكن لا بد من إبداء بعض الملاحظات حول هذا التعريف:

- بعض المواد المتفجرة (المواد البادئة) لا تولد سوى كمية ضئيلة من الغازات عند تفككها أما سبب انفجارها فيعود إلى التسخين السريع للهواء الذي يكتنفها بفضل الطاقة الناجمة عن تفكك المادة المتفجرة.
- لا يعني أن كل تفاعل كيميائي يولد طاقة حرارية كبيرة يؤدي إلى انفجار لأن الانفجار يتطلب تولد هذه الطاقة في وقت قصير جداً فالحرارة التي ترافق انفجار أشد المواد المتفجرة قوة هي من ٧ إلى ١٧ مرة أقل من الحرارة التي يولدها احتراق كمية موازية من البترول (كلغ واحد من البنزين = ١١,٦ من إل ت.ن.ت).
- خلافاً للمحروقات العادية لا تحتاج المواد المتفجرة إلى أوكسجين الهواء أثناء تحولها قياسية بفعلغازية (كلغ واحد من البنزين يتطلب ١٦ كلغ من الهواء). أما في المواد المتفجرة فمصدره هو المواد المتفاعلة نفسها.
- هذه الأمور إلى جانب السرعة الفائقة للتحويل الكيميائي تجعل من المواد المتفجرة مصدراً مركزاً لقوى هائلة.
- إن المتفجرات هي عبارة عن مركبات كيميائية أو خلائط فيزيائية ، تحتاج إلى محرض خارجي كي تتحول من حالتها التي عليها إلى الحالة الغازية خلال فترة زمنية قياسية ، منتجة ضغط وحرارة عالية ودوي يسمى الانفجار .

وبعبارة أخرى هي مواد قابلة للتحويل من الحالة التي تكون عليها إلى الحالة الغازية خلال فترة زمنية قياسية بفعل محرض خارجي .

ومن خلال المفاهيم: تبرز لدينا بعض الأسئلة يجدر بنا التعرف على أجوبتها لمحاولة تفسيرها ولمعرفة مضمونها : ما الفرق بين المواد الكيميائية و الخلائط الفيزيائية ؟ وما هو المحرض الخارجي وهل هو نوع واحد ؟ وما هو الفرق بين الانفجار والاحتراق ؟

ما الفرق بين المركبات الكيميائية و الخلائط الفيزيائية ؟

أما عن المركبات الكيميائية فهي ناتج ترابط الذرات لعناصر مختلفة في جزئ جديد ذو خواص جديدة ، وبالنسبة للخلائط الفيزيائية فعند إضافة العناصر لبعضها البعض ينتج عنها مادة يحافظ كل عنصر فيها على خصائصه ، ومثال ذلك خلط الماء والملح فينتج ماء ملح يمكن فصلهما عن بعض بحيث يبقى كل عنصر محتفظ بخواصه .

تعريفات ومفاهيم :

- المحرض الحرارية: هو عبارة عن محفز ومهيج من خارج جسم المادة تتأثر به المادة المتفجرة لتتحول إلى كمية هائلة من الغازات كما ذكرنا أعلاه وهذا المحرض يعتبر بمثابة بادئ للانفجار أو ما نسميه بالصاعق .

- الموجة الانفجارية : هي الغازات الناتجة عن الانفجار والتي تشكل الصدمة الانفجارية لما حولها مصحوبة بخصائص هذه الموجة كما سيأتي تفصيلها.
- الصدمة الحرارية : وهي عملية تسخين المادة ومن ثم تبريدها فجأة أو العكس .

لذا عند التعامل مع المتفجرات يجب أخذ الحذر من التعامل معها في وجود أحد أنواع المحرضات، لذلك عند التعرف علي المتفجرات يجب مراعاة التالي:

١. التعرف عليها أو فحصها بأقل كمية ممكنة ٠,٥ - ٢ غرام .
٢. فحصها عبر وسيط مثلاً إذا أردنا فحص خاصية الاحتراق للمادة المتفجرة فإننا نقوم بأخذ كمية صغيرة منها ووضعها على ورقة ومن ثم نقوم بإحراق الورقة ، ولا نقوم بتقريب الشعلة إلى المادة مباشرة .
٣. أقل عدد من الأشخاص و الأعضاء فإذا كان يكفي شخص واحد فلا يصح أن يكون هناك شخص آخر وإذا لزم تد واحدة فلا يجب أن أقرب بقية الأعضاء .

المميزات العملية للمواد المتفجرة :

١. القدرة: هي كمية الطاقة الحرارية المستعملة في عمل محدد، وهي متعلقة بالميزان الأوكسيجيني للمادة المتفجرة. يتوقف على هذا المصطلح قدرة القذف.
٢. القضم: هي قدرة المادة المتفجرة على تحطيم المواد المحيط بها وهي تتناسب مع كثافة المادة وسرعة انفجارها $P = d.v^2$ حيث أن d هي كثافة المادة و v سرعة انفجارها.
٣. الحساسية: هي الطاقة اللازمة لإحياء التفاعل الانفجاري. وتختلف هذه الطاقة باختلاف مصدرها فقد تكون ناتجة عن صدمة أو احتكاك أو شرارة أو موجة انفجارية.
٤. القطر الحرج: وهو القطر الأدنى للحشوة المتفجرة وأقل منه لا يمكن أن يحدث انفجار في الحشوة لأن الموجة الانفجارية لا يمكن أن تأخذ مجراها.
٥. مقاومة الماء والرطوبة: وهذا يعني مقاومة المادة لامتصاص الرطوبة والاحتفاظ بها، وكلما كبرت هذه المقاومة كلما زادت الثباتية والكفاءة. فبعض المواد المتفجرة تحتوي على أملاح ماصة للماء أو تتفكك بواسطة الماء والرطوبة مما يؤدي إلى عدم صلاحيتها.
٦. مقاومة الحرارة والبرودة: لهذه الناحية أهمية كبيرة لاسيما عندما تستعمل المتفجرات في المناطق الباردة أو الحارة. فالحرارة يمكن أن تتسبب بتغييرات مهمة في المتفجرات فمن الممكن أن يميع المتفجر أو يصبح أقل صلابة، وهذا يؤدي إلى زيادة الضغط، وبالتالي زيادة الكثافة. كما ويمكن أن تنفصل بعض المواد الموجودة

في المواد المتفجرة وخاصة التي تحتوي على مواد دهنية. والبرودة تضعف قوة المادة المتفجرة، ويزيد التجمد من حساسيتها للصدم.

٧. الضغط: تؤثر كثافة المادة المتفجرة بشكل كبير على حساسية الصعق وسرعة التفجر، لهذا يجب التأكد من أن الكثافة لا تتجاوز الكثافة الحرجة من جراء الضغط الناتج عن رصف المتفجرات أثناء فترة التخزين.

٨. الرش: وخصوصاً إذا كانت المادة المنفصلة حساسة (الديناميت الذي يرشح النيتروغليسرين عندما يكون تصنيعه رديئاً).

٩. تفاعل مكونات الخلائط المتفجرة: قد تتفاعل بعض المكونات مع بعضها مما يؤدي إلى تلف المادة المتفجرة أو ينتج مواد حساسة أو تزيد من حساسية المادة للانفجار التلقائي.

١٠. الشوائب: إن وجود الشوائب (الحوامض...)، قد يؤدي إلى تلف المادة أو تفاعلها مع الوعاء الذي يحويها.

١١. الانفجار بالعدوى: هي قدرة مادة متفجرة على نقل الانفجار إلى مادة أخرى موضوعة على مقربة منها دون أن تلامسها. إن عملية نقل الانفجار من حشوة إلى حشوة أخرى تتعلق بالأمور التالية:

- سرعة الموجة الانفجارية للمادة المتفجرة المانحة.
- حساسية المادة المتفجرة المستقبلية.
- الحاجز بين المادتين.
- وضعية الحشوات من بعضها.

١٢- سمومية الغازات الناتجة: أخطر الغازات الناتجة عن الانفجارات هي أكسيد الكربون وهو عديم اللون والرائحة والطعم. ففي الانفجارات في الهواء الطلق تتبدد الغازات بسرعة، أما في الأماكن المغلقة كالسراديب والملاجئ فلا تتبدد بسهولة لذا يظل جو التنفس خطراً لمدة طويلة إذا لم تؤمن تهوية المكان.

المواصفات العامة لاختيار المواد المتفجرة:

لكي تكون مناسبة للإستعمال في المهمات العسكرية على المواد المتفجرة أن تملك بعض الخصائص:

١. أن تكون رخيصة الثمن وسهلة الإنتاج بتوفر المواد الأولية لتصنيعها.
٢. أن تكون غير حساسة نسبياً للصدمة أو الاحتكاك، ولكن قادرة على التفرقع بمفرقات سهلة التحضير.
٣. أن تكون قادرة على التدمير.
٤. يجب أن تكون مستقرة إلى حد كاف لتخزينها لفترات طويلة عند درجات حرارة متدنية وعالية جداً.
٥. يجب أن تكون عالية الكثافة. (الوزن/الحجم).
٦. يجب أن تكون مناسبة للإستعمال تحت الماء أو في المناخات الرطبة.
٧. يجب أن تكون قليلة السمومية عند تخزينها واستعمالها وتفجيرها.

تحديد نوع المواد المتفجرة: هي عملية مطابقة الهدف الخاص المراد تحقيقه مع القدرة النسبية للمادة المتفجرة. كما تراعى كل الخصائص السابقة عند الاختيار. يحتوي الجدول التالي على معلومات تتعلق بخصائص الاستعمال لكثير من المواد المتفجرة الموصوفة لاحقاً:

المادة	الاستعمال	سرعة الانفجار	معامل القدرة النسبية	سمومية الغازات	مقاومة الماء والرطوبة
البارود الأسود	فتيل الأمان	٤٠٠	٠,٥٥	خطير	ضعيف
نيترات الأمونيوم	حشوات الحفر	٢٧٠٠	٠,٤٢	خطير	ضعيف
الأماتول ٢٠/٨٠	حشوات التحريض	٤٩٠٠	١,١٧	خطير	ضعيف
ديناميت أم ١	حشوات التدمير	٦١٠٠	٠,٩٢	خطير	حسن
الفتيل الصاعق	التذخير	-٧٣٠٠ ٨١٠٠	-	غير مؤثر	
ت.ن.ت	حشوات التدمير المتفجرات المركبة	٦٩٠٠	١	خطير	ممتاز

تتريتول ٢٥/٧٥	حشوات التدمير	٧٠٠٠	١,٢	خطير	ممتاز
تتريل	حشوات التحريض المتفجرات المركبة	٧١٠٠	١,٢٥	خطير	ممتاز
بنتوليت ٥٠/٥٠	حشوات التحريض	٧٤٥٠	-	خطير	ممتاز
نيترو غليسرين	الديناميت التجاري	٧٧٠٠	١,٥	خطير	جيد
س ٤	حشوات القطع حشوات التدمير	٨٠٠٠	١,٣٤	غير مؤثر	ممتاز
بنتريت	الفتيل الصاعق الصواعق حشوات التدمير	٨٣٠٠	١,٦٦	غير مؤثر	ممتاز
أر.دي.أكس	الصواعق المتفجرات المركبة	٨٣٥٠	١,٨	خطير	ممتاز

تصنيف المتفجرات

أولاً : من حيث حالة وجودها في الطبيعة (أي بعد تصنيعها) :-

١. صلبة : وإما أن تأتي حبيبات أو قوالب مضغوطة، مثل (TNT - RDX - تترائيل - ..)
٢. عجينية : مثل (C3 - C4 - الهوكسجين - الجلجيت - الديناميت ..) .
٣. سائلة : مثل نيتروجلرين .
٤. غازية : مثل غاز الميثان .

ثانياً : حسب استخدامها :

تصنف المتفجرات حسب استخدامها ووظيفتها إلى مواد محرقة ، مواد قاصمة مواد دافعة ، مواد حارقة ، دخانية .

ثالثاً : حسب تركيبها :-

تصنف المتفجرات حسب تركيبها أي بحسب المواد الداخلة في التفاعل ونوع التفاعل كما أشرنا أعلاه إلى مركبات كيميائية وخلائط فيزيائية .

رابعاً : من حيث السرعة :-

ونقصد هنا بالسرعة أي سرعة المادة في التحول إلى الحالة الغازية .

١. بطيئة التحول :

ويكون تحول هذه المادة احتراقاً عادياً في الهواء الطلق وينفجر في حال ضغط المادة أو إشعال كمية كبيرة منها أو صعقها بواسطة صاعق عسكري في بعض المواد . وهو ما نسميه بالانفجار الميكانيكي وتصل سرعة الاحتراق إلى ١٠٠٠ م/ث فما دون . ومن الأمثلة على المتفجرات بطيئة التحول :

نيتروسيليلوز تستخدم للدفع في الطلقات ، ولنقل الشعلة في الفتائل .

الكوردايت يوجد في الحشوة الدافعة لقذيفة (آر بي جي) .

البارود الصلب - للصواريخ .

الاستول ويستخدم للدفع في قذائف المدفعية .

وفي مجملها تستخدم كحشوات دافعة ، ويلعب النيتروسيليلوز دور أساسي فيها ، بل طورت الحشوات الدافعة ولا سيما للصواريخ. بإضافة مواد تزيد من فاعلية الحشوات الدافعة مكونة عدة أنواع لها .

أنواع الحشوات الدافعة :

- أحادية القاعدة: و يدخل في تركيبها النيتروسيلايلوز.
 - ثنائية القاعدة: و يدخل في تركيبها النيتروسيلايلوز و النتروغلسرين
 - ثلاثية القاعدة: و يدخل في تركيبها النيتروسيلايلوز النتروغلسرين ومادة تحوي طاقة كبير مثل النيتروجيليكول H.M.X-RDX لا تزيد عن ٥% .
 - رباعية القاعدة: و يدخل في تركيبها النيتروسيلايلوز و مواد مؤكسدة تتكون من مواد بوليميرية رابطة كوقود.
- وهناك حشوات دافعة سائلة مادة مؤكسدة مثل حمض النيتريك أو بيرو كسيد الهيدروجين أو الأكسجين أو غازات النيتروجين... ومادة مختزلة (الوقود) مثل الهيدرازين والكحول وغيرها من المواد سريعة الاشتعال.

٢. سرعة التحول :

- وهي المواد و الخلائط التي تتحول من الحالة التي تكون عليها إلى الحالة الغازية بسرعة كبيرة جداً تتراوح ما بين (١٠٠٠ – ١٠٠٠٠ م/ث) تقريباً .
- وتقسم هذه المواد إلى ثلاثة أقسام حسب حساسيتها للمحرضات ، علماً أن كل المواد المتفجرة في مجملها حساسة للمحرضات ولكن تتفاوت نسبة الحساسية من مادة إلى أخرى ، ولا تعني الحساسية سرعة أكبر في التحول ، فمثلاً نجد أن المواد النصف حساسة إجمالاً أسرع من المواد الحساسة .

تصنيف المواد السريعة التحول :

• مواد حساسة :

- وهي المواد التي تكون حساسة لأي محرض خارجي مثل (فولمينات الزئبق - أزيد رصاص ...) وسرعتها تقريباً ٥٠٠٠ م/ث .

* مواد نصف حساسة :

- وهي مواد تملك استقرار كيميائي نوعاً ما ولكنها حساسة للموجة الانفجارية ، وهي سريعة جداً من أسرع المواد المتفجرة ، مثل (R.D.X - بيتان - تترائل) تصل سرعتها تقريباً ٨٠٠٠-٩٠٠٠ م/ث .

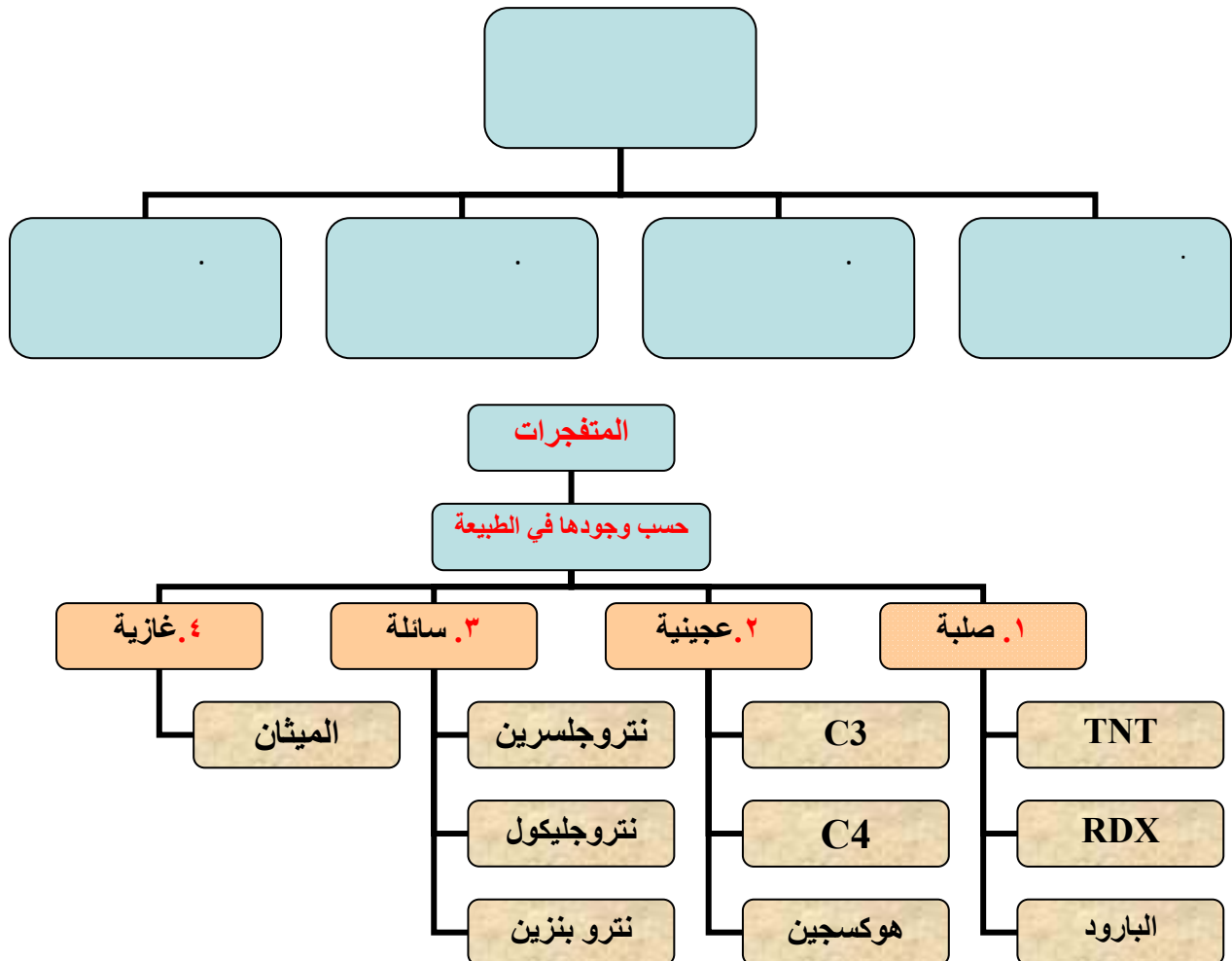
• مواد ضعيفة الحساسية :

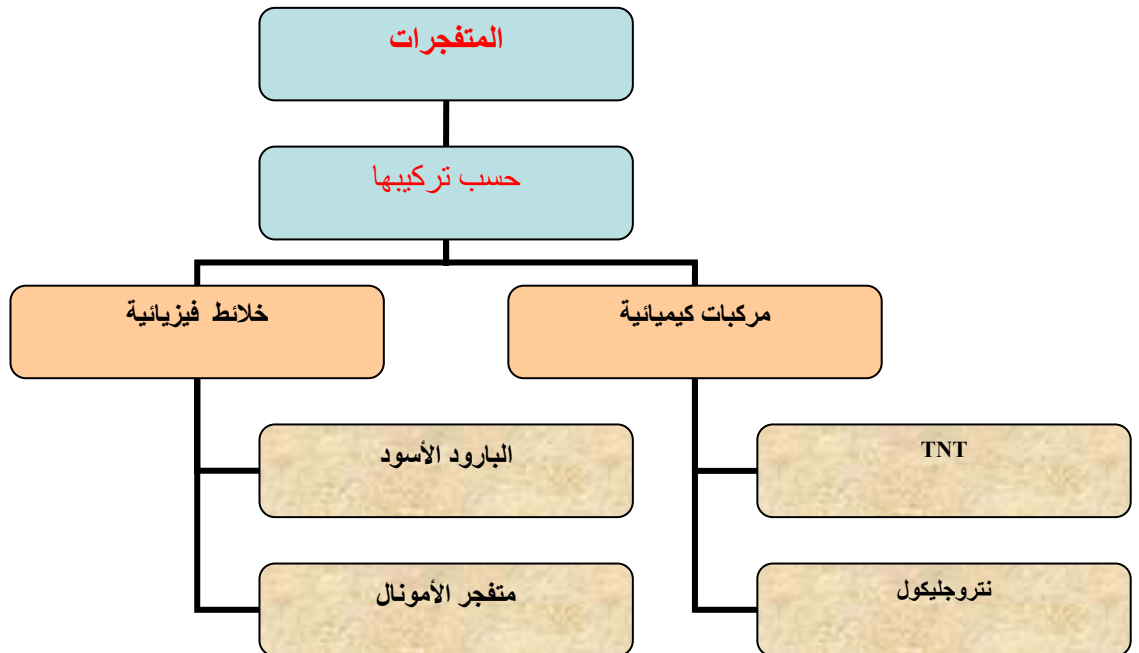
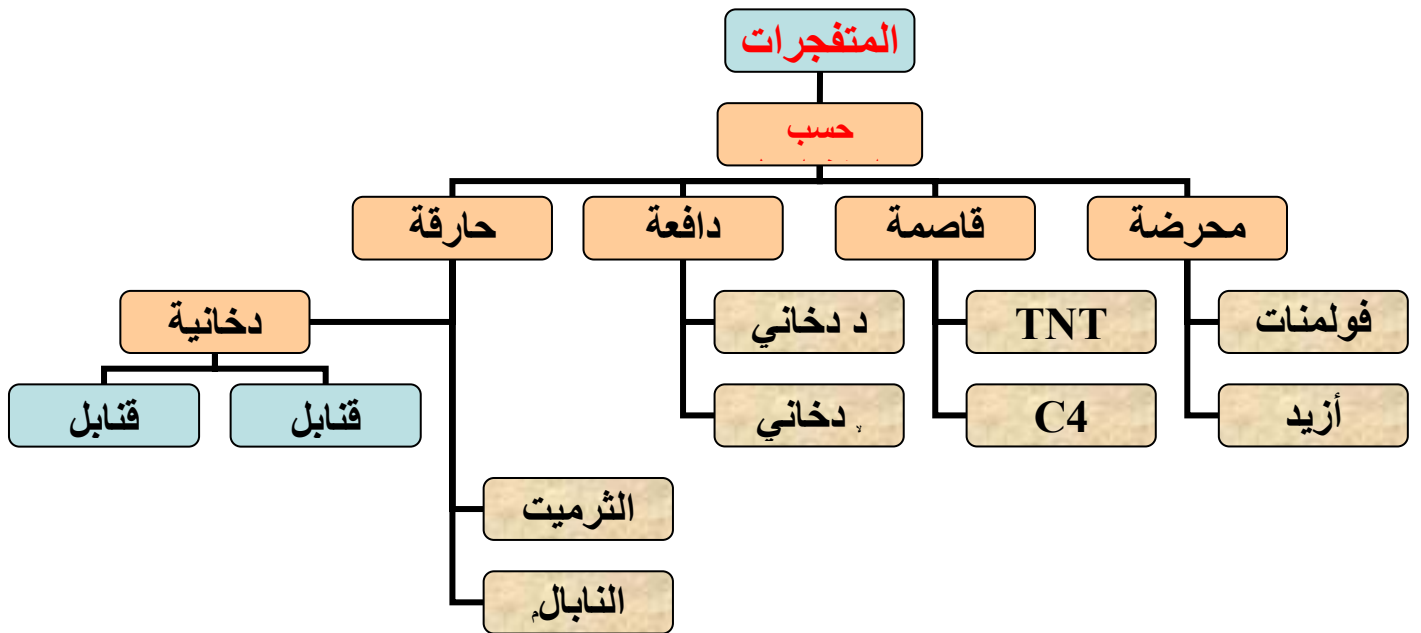
- وهي مواد متفجرة تملك استقرار كيميائي حيث لا تتأثر إلا بموجة انفجارية كافية لصعقها وهي آمنة نسبياً في التعامل معها ، مثل (TNT - C4 - C3 - الديناميت - الامونال ...) تصل سرعتها من ٤٠٠٠ إلى ٧٠٠٠ م/ث .

- هذا الجدول يوضح أنواع المواد وأماكن تواجدها في الآلة الحربية واستخدامات كل نوع منها

السرعة	نوع المادة	مجالات الاستفادة	وجودها
بطيئة	بارود ، كوردايت ، ألستول	قذف ، دفع ، نقل شعلة	في الطلقات ، في الفتائل الاشتعالية ، حشوات الدفع الصاروخية ، عبوات شعبية (أكواع)
سريعة	مواد حساسة	معرض للمواد المتفجرة	في الصواعق ، كبسولات الطلقات ، تدخل في تركيب بعض المواد ضعيفة الحساسية (ديناميت) ويمكن استخدامها كعبوة (ثلج أبيض) .
	نصف حساسة	نقل موجة انفجارية ، حشوات مساعدة	الفتائل الانفجارية ، الألغام الفردية والبحرية ، تدخل في تركيب بعض المواد مثل C4 حشوة مساعدة في الصواعق
	ضعيفة الحساسية	مادة متفجرة ، للتخريب والتدمير والقطع والخرق	فالرؤوس الحربية للصواريخ والقذائف ، في الألغام ، في القنابل ، في العبوات الناسفة .

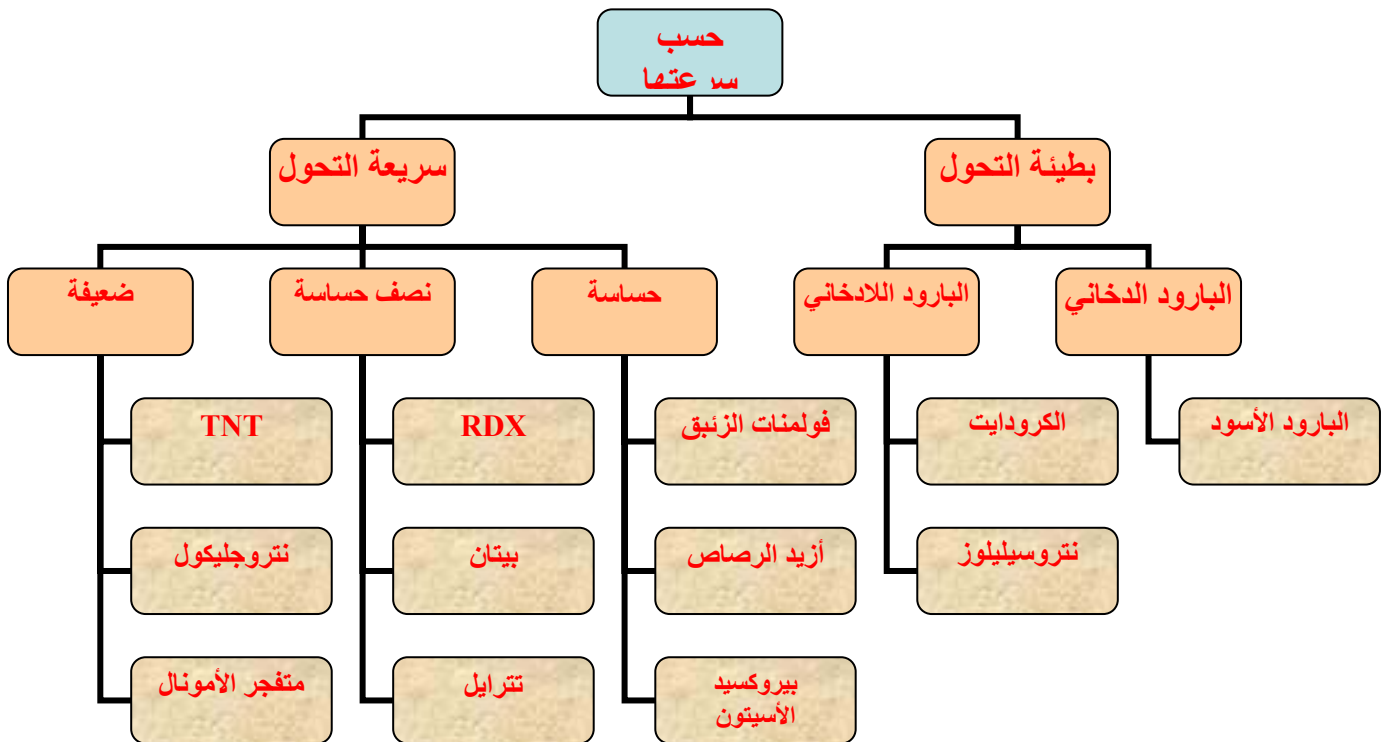
واليك أخي الكريم ملخص تصنيف المتفجرات على شكل مخطط حتى يسهل استحضارها :





قال رسول الله ﷺ : (ما اغبرت قدما

عبد في سبيل الله فتمسه النار)



قال ﷺ: إن أرواح الشهداء في جوف طير خضر لها قناديل معلقة بالعرش ، تسرح من الجنة حيث شاءت ثم تأوي إلى تلك القناديل فاطلع إليهم مرهم إطلاعه فقال : هل تشتهون شيئاً ؟ فقالوا : أي شيء نشتهي ونحن نسرح من الجنة حيث شئنا ، ففعل بهم ذلك ثلاث مرات ، فلما



الاحتراق:

تحترق أكثر المواد المتفجرة عندما تتعرض لمؤثر حراري (اللهب - التسخين...). وتتغير سرعة الاحتراق بتغير الضغط فكل ازدياد في الضغط يؤدي إلى ازدياد في تدفق الحرارة و بالتالي إلى زيادة سرعة الاحتراق.

فالمواد الدافعة تحترق في الهواء بسرعة ٥ م/ث ولكن عندما يزداد الضغط في غرفة الاحتراق لأي سلاح (خرطوشة - مدفع - صاروخ...) فإن السرعة قد تصل إلى ٤٠٠ م/ث. كذلك الأمر عندما تحترق مادة متفجرة في وعاء محكم الإغلاق فإن الغازات الناتجة لا تستطيع التسرب بسهولة مما يؤدي إلى ارتفاع مفاجئ في الضغط يولد ذبذبة على سطح الاحتراق هذه الذبذبة ترفع من سرعة الاحتراق إلى ما فوق سرعة الصوت الأمر الذي يؤدي إلى حدوث الانفجار. عدا عن الضغط المرتفع الذي يعتبر عاملاً أساسياً في عملية تحول الاحتراق إلى انفجار يشكل التسخين المسبق للمادة المحترقة عاملاً مهماً أيضاً.

الانفجار: يتميز الانفجار بالخصائص التالية:

الموجة الانفجارية المنقلة خلال المادة (٢٠٠٠ - ٩٠٠٠ كلم/ث).

السرعة الكبيرة التي يتم بها التفاعل مقارنة بالاحتراق.

ويحدث الانفجار من خلال إحدى الطرق التالية:

عند احتراق مادة متفجرة في وعاء محكم الإغلاق فإن الغازات الناتجة لا تستطيع الخروج بسهولة الأمر الذي يؤدي إلى ارتفاع كبير في الضغط عند سطح الاحتراق يولد ذبذبة تزيد من سرعة الاحتراق إلى أن تصل إلى سرعة الصوت عند ذلك تتكون موجة صادمة (الموجة الانفجارية) ويتم الانفجار. عند احتراق كمية كبيرة من المواد المتفجرة كالديناميت مثلاً فإن الاحتراق يتحول إلى انفجار. هناك مواد شديدة الحساسية بمجرد تعرضها للهب يتحول احتراقها إلى انفجار (المواد البادئة). عندما تنتقل الموجة الانفجارية خلال المادة المتفجرة.

إذا كانت الصدمة الأولية قوية و كافية فإنها بحركة موجية تعرف بالموجة الانفجارية و التي تؤثر في جميع كتلة المادة المتفجرة بدلا من اقتصرها على السطح.

أما إذا كانت الصدمة الأولية ضعيفة جدا وكان هناك ظروف غير مواتية (حاجز قوي - رطوبة...) فإن اختراق الموجة الصادمة يكف عن التسارع و ينتهي في الخارج دون أي تأثير أو تغيير في المادة المتفجرة المستقبلية.

من هنا فإن تحليل المواد المتفجرة يتم عبر طريقتين أساسيتين: الاحتراق والانفجار، تتميزان عن بعضهما بسرعة التفاعل أو بالوقت الذي يستغرقه كل منهما.

وهكذا عندما نريد الحصول على تأثيرات دفع باستخدام مادة متفجرة، علينا أن نجعلها تحترق احتراقاً. أما عندما نريد الحصول على تأثيرات تدميرية فمن الضروري تفكيكها على شكل انفجار...

كيف يتم هذا التحول :

تتضمن المواد المتفجرة مصدرا للأوكسجين (كعامل مؤكسد) ووقودا (كعامل مختزل) وهذان العاملان إما أن يكونا على شكل مواد كيميائية منفصلة بعضها عن بعض وإما أن يكونا في نفس المادة الواحدة، وعندما تتعرض هذه المواد الكيميائية للحرارة، ينتج عن ذلك انتقال إلكتروني أو ما يسمى بتفاعل الاختزال والأكسدة. حيث تخسر ذرات الوقود الإلكترونات لتكسبها ذرات العامل المؤكسد. وترتبط خلال عملية التفاعل ذرات الوقود بذرات الأكسجين المنطلقة من التفاعل المؤكسد لتكون منتجات للتفاعل ثابتة مستقرة وتكون الروابط الكيميائية الجديدة المتشكلة أكثر ثباتا مما يؤدي إلى تحرر طاقة على شكل حرارة كما يحدث في عمليات الاحتراق العادية.

و يتعرض الخليط الصلب إلى تفاعل سطحي بطيء تتحكم فيه عملية الانتشار (diffusion) وعندما تشتعل مكونات الخليط تبدأ بالتحول إلى الحالة السائلة ومن ثم إلى الحالة الغازية في اللهب مما يؤدي إلى تمازج شديد بين الوقود والعامل المؤكسد وبالتالي إلى زيادة سرعة التفاعلات الكيميائية وتحرر متلاحق للطاقة.

يبلغ التفاعل ذروته عندما يمتزج العامل المؤكسد مع الوقود على مستوى الذرات وعندما يكون العامل المؤكسد المتقبل للإلكترون في موقع مجاور مباشرة لذرة أو أيون الوقود المانح للإلكترون عند بدء التفاعل.

تبدأ عملية الاشتعال عندما تؤدي طاقة من مصدر ما مثل اللهب أو الاحتكاك أو الارتطام أو شرارة أو ارتفاع درجة الحرارة إلى تحطيم الروابط الكيميائية ونتيجة لذلك تتكون روابط أكثر استقراراً وثباتاً وتحرر كمية من الطاقة و إذا كانت الطاقة المتحررة كافية لتنشيط الطبقة التالية من الخليط يستمر التفاعل أما إذا جرى امتصاصها من المواد المحيطة بها أو إذا كانت غير كافية لتنشيط الطبقة التالية فإن التفاعل يتوقف.

تأثير الأوكسجين على سير التفاعل:

من خلال ما تقدم في الفقرة السابقة يتبين لنا:

إن النسبة المئوية للأوكسجين الذي يدخل في التركيب المئوي للمادة المتفجرة أهمية في التأثير على الطاقة الحرارية للانفجار.

تكون سرعة الانفجار مستقلة عن الأوكسجين.

لا تؤثر النسبة المئوية للأوكسجين كرقم مطلق بل يؤثر أيضاً البنية أو الموضع الذي يشغله الأوكسجين في الجزيء بالنسبة للوقود (الكربون، الهيدروجين...). فمثلاً إيزوسيانات الزئبق وفلمنات الزئبق لهما نفس التركيب المئوي غير أن الأول معقم والثاني بادئ كثير الحساسية.

الفرق بين الانفجار والاحتراق :

الاحتراق: هو تفاعل سطحي يحتاج عادة إلى عنصرين (مؤكسد ووقود) وعامل محفز (شعلة) . وفي المواد الاشتعالية والمتفجرة المستخدمة في المجال العسكري يكون المؤكسد والوقود في نفس المادة أو الخليط ولذلك لا تحتاج إلى الهواء أو أي مؤكسد آخر لتشتعل .

وبعبارة أخرى هو عملية تسخين بطيء للمادة إلى أن تصل لدرجة الاشتعال الخاصة بها ، ويتم هذا الاحتراق خلال فترة زمنية طويلة نسبياً مقارنة مع سرعة الانفجار ، ولا يصاحب هذا الاحتراق دوي في الظروف الطبيعية ، أي دون تعريض المادة إلى ضغط أو حصر في جو مغلق . فإذا كان سرعة احتراق المادة أكثر من ١١٠٠ متر في الثانية تسمى مادة متفجرة ، وإذا كانت سرعة الاحتراق أقل تسمى مادة محترقة .

بينما الانفجار عكس ذلك حيث أن الانفجار هو انطلاق مفاجئ للطاقة خلال جزء من الثانية ، يكون بانتقال موجة الصدم داخل المادة المتفجرة بسرعة عالية جدا أكثر من ٢٠٠٠ متر في الثانية مما يؤدي إلى إصدار طاقة (حرارة ، ضغط) عالية وبوقت قصير جدا (٠,٠٠١ ثانية) ، حيث أن نفس عملية الانفجار تولد موجات صدم تنتقل في الهواء أو في مادة متفجرة مجاورة .

فكلما كان سريان موجة الصدم في المادة المتفجرة أعلى ، كلما كان إنتاج الطاقة بشكل أسرع وتكون بذلك قدرة الانفجار و الضغط الناتج أو الصدمة الناتجة في الهواء أعلى .

وسرعة سريان موجة الصدم تعتمد على نفس تركيبة المادة المتفجرة وتعتمد أيضا على كثافة المادة المتفجرة .

الصدمة المنقلة في الهواء تعتمد على نفس نوعية المادة وبشكل أكبر على كمية وكثافة المادة المتفجرة . وتضعف الصدمة الانفجارية مع المسافة بشكل كبير . كما يتصف الانفجار بالقدرة العالية على إنتاج إحجام هائلة من الغازات و دوي عالي يصاحبه حرارة عالية تصل إلى ٤٠٠٠ درجة مئوية.

أنواع الانفجار :

ينقسم الانفجار إلى ٣ أنواع رئيسية :

١. الانفجار الميكانيكي :

وهو انفجار ناتج عن ازدياد الضغط في حيز مغلق (تحويل الطاقة) ، كوضع البارود في كوع مثلا أو أي حيز مغلق ، فعند إشعال البارود فسيحدث انفجار يشطي الكوع ، بينما لو أشعلنا نفس الكمية من البارود في الهواء الطلق فسنشاهد احتراق بطيء للبارود .

٢. الانفجار الكيميائي :

وهو تحول المادة المتفجرة إلى غازات نتيجة تفاعل للمواد مع بعضها في ظروف معينة .

٣. الانفجار النووي :

وهو عملية انشطار (مبدأ القنبلة النووية) أو اندماج (مبدأ القنبلة الهيدروجينية) الذرة في المادة المتفجرة يصاحبها انتشار هائل للحرارة وغازات بكميات هائلة .

الآثار الرئيسية الناتجة عن الانفجار :

١. الضغط . ٢. التدمير . ٣. الحرارة و الاحتراق .

١. الضغط :

وهو ناتج عن التحول المفاجئ للمادة المتفجرة إلى الحالة الغازية خلال فترة زمنية قياسية . حيث تنتج المادة كمية من الغاز تقدر من ١٠,٠٠٠ إلى ١٥,٠٠٠ ضعف من حجم المادة المتفجرة قبل انفجارها ، وبسرعة عالية تصل إلى ٨٠٠٠ متر / الثانية ، منتجة ضغط متزايد ، يجعل الأشياء المحيطة تتعرض لضغط ميكانيكي قوي ومؤثر ، وهذا ما يعطل القدرة العالية للمادة المتفجرة على التدمير وقذف الأشياء مسافات بعيدة ، ويقاس بوحدة الضغط وهي البار ويعادل البار حوالي ١ كغم / سم^٢ ويصل هذا الضغط إلى (١٠٨,٥) طن على السنتمتر المربع . ونعني بسرعة الانفجار : هي سرعة تحول المادة المتفجرة إلى الحالة الغازية وتقاس ب متر/ ثانية . ويكون لهذا الضغط طورين الإيجابي والسلبي .

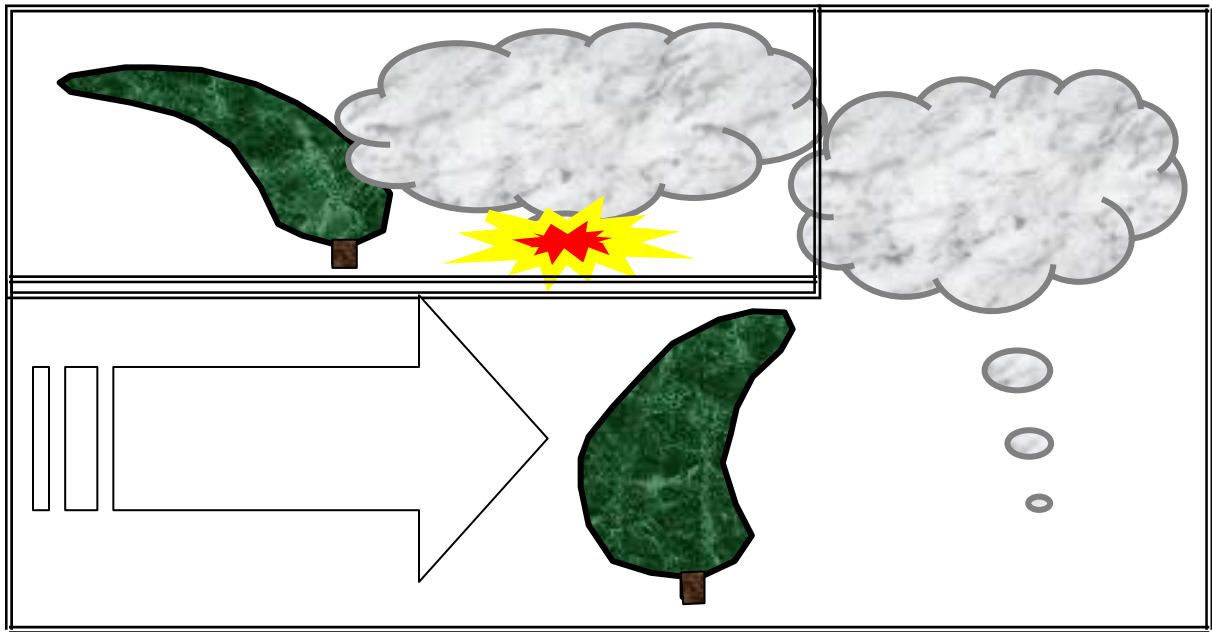
أطوار الانفجار :

١. الطور الإيجابي :

وهو الذي يحصل عند اللحظة الأولى للانفجار بسبب الغازات الناتجة عن الانفجار والتي تشكل موجة ضغط كبيرة تؤثر على الأجسام المحيطة والهواء من حولها حيث تدفع بها إلى خارج بؤرة الانفجار منتجة أثرا تدميريا وخلخلة وفراغ في الهواء الجوي ، وهو أقوى من الطور السلبي .

٢. الطور السلبي :

والذي يتولد نتيجة معادلة الضغط الجوي نفسه بعد انتهاء تأثير الطور الإيجابي ، حيث يعود الهواء لمكان الفراغ الذي أحدثه الانفجار من أجل التعادل ، ويكون الطور السبي أضعف من الطور الإيجابي من حيث القوة والسرعة ، حيث تصل قوة الطور الإيجابي إلى ضعف قوة الطور السلبي وزمنه تصل إلى ثلث زمن الطور السلبي تقريبا . و نتيجة هذين الطورين التفريغ ومعادلة الضغط نسمع الصوت الهائل (الدوي) والذي يسمى انفجار .



قال رسول الله ﷺ : (ما خالط قلب

امرئ رهج في سبيل الله إلا حرم الله

عليه النار)

٢. التدمير :

عبارة عن الآثار الناتجة عن الموجة الانفجارية على هدف ما . والتي تكون على صورة صدمة مصاحبة للضغط والحرارة تنتشر على أطراف مكان الانفجار . ينتج عن هذا الانفجار تمدد عنيف ولحظي للغازات ، وبحسب الوسط يزداد أو يقل التأثير ، فعلى سبيل المثال إذا وضعنا عبوة معينة في الهواء الطلق سيكون تأثيرها التدميري أضعف مما لو وضعناها في وسط محصور ، علما أن مسافة انتقال الموجة في الهواء الطلق ستكون كبيرة وذلك لقابلية جزيئات الهواء للتضاغط .

فمثلا إذا قمنا بدفن عبوة في الأرض سيكون التأثير فيها أعنف لأن قابليتها للتضاغط ضعيفة جدا وبالتالي لا يحدث تبدد للموجة كما هو في الهواء الطلق ، و الأعنف إذا وضعناها في الماء لأن الماء غير قابل للتضاغط وبالتالي سيؤدي إلى آثار أكبر ولمساحة أوسع وستنتقل الصدمة فيه بسرعة ولمسافة أبعد .

ومقدار التدمير التي تحدثه المادة المتفجرة في وسط ما هو ما نطلق عليه بقدرة الانفجار . وتقاس قدرة الانفجار بالنسبة لقدرة $T.N.T = 1$ فمثلا قدرة مادة $C4 = 1,4$ (أي أن قدرة $C4$ تعادل مرة ونصف تقريبا من مادة $T.N.T$) .

٣. الحرارة والاحتراق :

لكل مادة ناتج من الحرارة يتفاوت عن المادة الأخرى ويلعب دور أساسي في ذلك مكونات كل مادة و كثافتها وكميتها والتي تؤثر على سرعة الانفجار وبالتالي على الوسط المحيط ، حيث تصل درجة الحرارة $3000-4000$ درجة مئوية ، وتعتبر جزء أساسي من مكونات الطاقة التي يصدرها الانفجار والتي تقاس بمقدار الحرارة وحجم الغازات الناتجة وسرعتها .

الآثار الثانوية للانفجار :

✓ الانعكاس : وهو الارتداد الموجي الناجم عن اصطدام الموجة الانفجارية في حواجز معينة كارتداد الضوء تقريبا .

✓ الاحتراق : وهو نتيجة الحرارة الهائلة الناتجة عن الانفجار وحتى نلاحظ ذلك لا بد من وجود مواد قابلة للاشتعال بنفس الحرارة الناتجة من الانفجار كاسطوانات الغاز وخزانات الوقود .

✓ التشظي : في حال وجود شظايا حول المادة المتفجرة أو معادن قريبة من المادة المتفجرة ، ونتيجة للضغط الهائل فان الشظايا تنطلق بسرعة الغازات الناتجة والتي قد تصل سرعتها إلى 7000 م/ث علما أن الخطر المنبعث من انتشار الشظايا من التفجيرات هي اكبر بكثير من الأثر النافس للعبوة . والارتفاع في ضغط الهواء نتيجة الانفجار لا يشكل خطرا إلا في الحالات التي يكون فيها الشخص قريبا من العبوة . أما الشظايا المنبعثة فقد تكون مميتة حتى على مسافات بعيدة . لذا يجب أخذ حيلة إضافية عند تفجير عبوات تحتوي على شظايا أو تلك التي تكون مزروعة بين أجسام قابلة أن تتحول إلى شظايا.

الموجة الانفجارية

أهمية دراسة الموجة الانفجارية :

لمعرفة أهمية دراسة الموجة الانفجارية نذكر ببعض الفوائد :

- تمكن من استخدام وتوظيف المتفجرات لمختلف الأهداف وملاءمتها للهدف (أفراد ، آلات ، منشآت) بمختلف الظروف .
 - الحصول على خصائص مناسبة للمادة المتفجرة عن طريق تصنيعها أو عمل الخلائط المناسبة لتلائم الهدف .
 - تشكيل العبوات .
 - توجيه الانفجار .
 - دراسة أثر الانفجار قبل حدوثه .
 - تحليل أثر الانفجار بعد وقوعه .
- الموجة الانفجارية :**

هي الغازات الناتجة والمتشكلة عن الانفجار والتي تؤدي إلى انقطاع وخلل مفاجئين في الخصائص الفيزيائية للمحيط نتيجة السرعة القصوى التي يتم بها التفاعل الانفجاري وما ينتج عنها من (صدمة ، ضغط ، درجة الحرارة ،). تأخذ الموجة الانفجارية شكل كرة مركزها عند مركز التفجير، لذلك تظهر في الحشوات الأسطوانية وكأنها مسطحة أو ذات سطح محدب.

وهناك مرحلتين يتغير عندهما شكل الموجة:

المرحلة الأولى: خلال انتقال الموجة داخل الحشوة من خلال سطح داخلي بين نوعين مختلفين من المواد المتفجرة (بين صاعق وحشوة) وهذا ما يعرف بالعدسة المتفجرة.

المرحلة الثانية: خلال انتقال الموجة إلى خارج الحشوة أي انتقال الموجة من المادة إلى الهواء.

العوامل التي تؤثر على تولد الموجة الانفجارية مرتبطة بـ:

١. الصدمة الأولية : وتسمى بالمرضات الخارجية وقد سبق ذكرها.
٢. حساسية المادة المتفجرة : مدى استجابة المادة المتفجرة للمرض الخارجي .
٣. السرعة الهائلة للتفاعل : سرعة انتقال الموجة الانفجارية داخل المادة أو سرعة تحول المادة إلى غاز. حيث أن سرعة الموجة الانفجارية المنتقلة خلال المادة (٢٠٠٠ - ٩٠٠٠ م/ث).

العوامل التي تؤثر على شكل الموجة الانفجارية ترتبط بـ:

- ١- نوع وشكل المادة المتفجرة .
- ٢- سرعة انتقال الموجة الانفجارية بين (الممرض والمادة أو الممرض والمادة المساعدة والمادة الرئيسية أو بين المادة والمحيط).
- ٣- نوعية الصاعق ومكان وضعه .
- ٤- شكل الحاجز بين المادتين الانفجارييتين أو بين المادة المتفجرة والمحيط .
- ٥- نوعية الحاجز (النوع ، الحالة ، الحجم ، السماكة ، المسافة بينه وبين المادة ، الشكل ..)

خصائص الموجة الانفجارية :

١. تخرج على شكل موجات :

هذا ما نلاحظه في المحيط الذي تكون جزيئاته قابلة للانضغاط مثل الهواء والماء ، ويمكن تشبيه ذلك بالحجر الذي يسقط من أعلى في الماء سقوطاً حراً . فكلما كان الحجر كبير كانت الحلقة الأولى من الموجة صغيرة نسبياً والمسافة بين الحلقات الأخرى كبيرة ، وإذا ما قذفنا نفس الحجر من نفس الارتفاع ولكن بسرعة أكبر فإننا نشاهد أن الحلقة الأولى كبيرة والمسافة بين بقية الحلقات الأخرى صغيرة .

٢. تضحل وتتلاشى :

عند حدوث الانفجار فإن أقوى نقطة لأثر التفجير تكون في مركز الانفجار وكلما ابتعدنا عن المركز نلاحظ ضعف التأثير ، مما يؤدي هذا التفاوت إلى تشكيل حلقات حول مركز الانفجار تختلف في تأثيرها على المحيط .

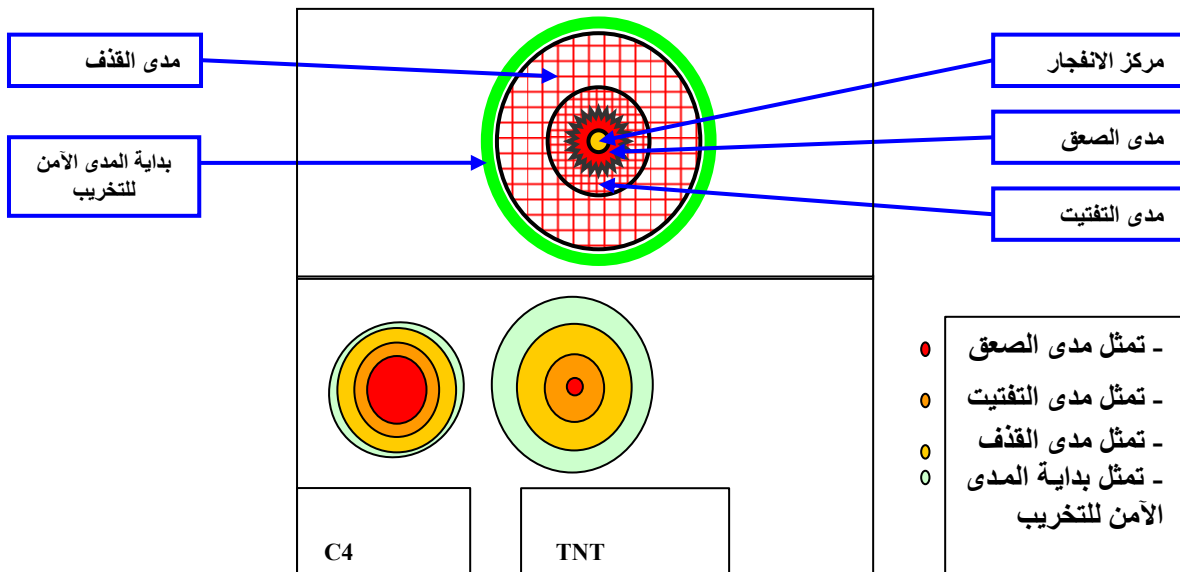
- فالحلقة الأولى تمثل دائرة الصعق بالنسبة للمتفجرات وفي الغالب نشاهد أثر لانصهار جزء من المعدن المتواجد في المحيط وانصعاق أي مادة تقع ضمن هذه الدائرة ويسمى مدى الصعق أو مدى التخریب الكامل .
 - وفي الحلقة الثانية التي تمثل دائرة التفثيت نلاحظ أن الأجسام الموجودة في هذه الدائرة تكون مجزأة ومقذوفة ويسمى مدى التفثيت .
 - بينما في الحلقة الثالثة نلاحظ أن الأجسام محافظة على شكلها إلى حد ما ومقذوفة بعيداً عن مركز الانفجار ويسمى مدى القذف .
 - بعد ذلك لا نلاحظ أي أثر للانفجار بمعنى أثر الموجة الانفجارية عندها = صفر ويسمى بالمدى الآمن للتخریب .
- علماً أن هذه الحلقات تتشكل في اللحظة الأولى للانفجار ويتفاوت شكل هذه الحلقات بحسب المادة المتفجرة (حجم ، نوع ، سرعة) .



قال ﷺ : أي القتل أفضل ؟ قال : من أريق دمه وعقر

جواده في سبيل الله



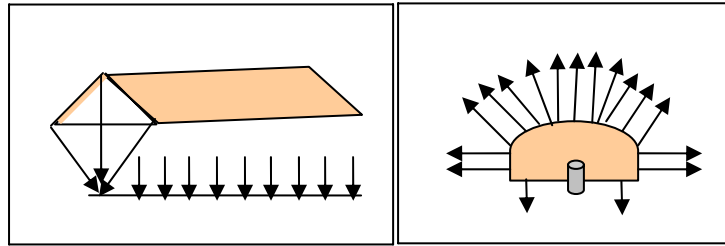


فكلما كانت المادة بطيئة كان تأثيرها في الوسط أكبر من حيث التدمير وذلك لأنها تسمح لتردد الموجة أن يؤثر مدة أكبر في الهدف ، كما لو كانت المادة سريعة كان تأثيرها في الوسط المحيط من حيث القطع أكبر ، فمثلا خلائط نترات الأمونيوم و TNT يفضل استخدامها في تدمير المنشآت والحفر ، بينما C4 تستخدم في قطع المعادن وفي العبوات ذات الشظايا لإكسابها سرعة أكبر وكحشوات مساعدة لسرعتها ولكبر حجم دائرة الصعق لها.

ولتقريب الصورة نلاحظ عند قذف حجر على زجاج فانه يهشمه ويحطم جزء كبير منه ، بينما عند إطلاق رصاصة فإنها تثقب الزجاج ولا تهشمه .

٣. تخرج بشكل متعامد عن سطح المادة المتفجرة :-

عند تشكيل المادة المتفجرة بعدة أشكال فإننا نلاحظ أن الموجة الانفجارية تتشكل بتشكيل المادة ، ولذلك تتنوع الأشكال بحسب الهدف والمراد من عملية التفجير ، فمثلا في عبوة الخرق فإننا نلتزم بالحشوة الجوفاء مخروطية الشكل ، ولو أردنا فتح ثغرة في حقل الغام أو أسلاك شائكة فإننا نلجأ إلى الحشوة المتطاولة (لغم بنجالور) ، ولو أردنا تفجير عبوة متشظية في وسط مارة فانه يفضل اللجوء إلى العبوة الاسطوانية الشكل .. وهكذا . فلمعرفة أثر انفجار أي عبوة نتخيل أننا نقوم بعملية تكبير لنفس شكل العبوة وهذا الأمر نلاحظ أثره على مسافة أبعد قليلا من مركز التفجير ولاسيما عند استخدام الشظايا أو حشوات القطع والخرق ، لأن مركز الانفجار القريب يكون على شكل حلقة تقريبا .

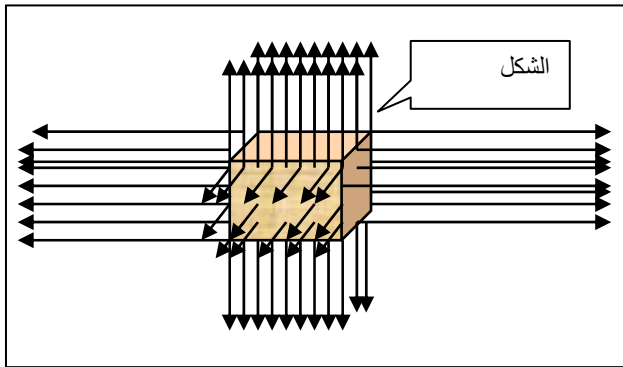


شكل انتشار انفجار الحشوة المتطاولة (لغم بنجالور)

٤. تتناسب طرديا مع حجم المادة المتفجرة :

أي كلما زادت سماكة أو طول أو عرض أو قطر .. المادة المتفجرة زادت قوة ومدى الموجة الانفجارية بالاتجاه الذي تكون فيه المادة أكبر .

علما أنه إذا كان سطح المادة المتفجرة عريض وليس لديه سماكة مثلا فإننا سنلاحظ حجم التأثير على مساحة الهدف أكبر ولكنه ضعيف وليس عميق كما هو موضح في الشكل التوضيحي .

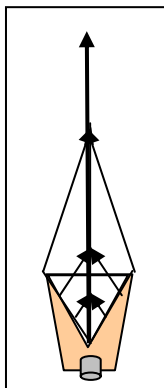


بمعنى آخر إذا أردنا دفع الشظايا لمدى أبعد فعليا أن نسمك المادة المتفجرة خلفها بالقدر الذي يحافظ على شكل الشظية ولا يفتتها . وإذا أردنا تدمير هدف فيجب علينا مراعاة شكل الهدف وحجمه لاختيار الشكل والحجم المناسب للمادة المتفجرة اللازمة لتدميره أو إعطابه . حيث نلاحظ اختلاف أثر كمية محددة من المادة المتفجرة على هدف معين باختلاف شكلها .

٥. تتقوى :

بمعنى أن الموجة الانفجارية تتعاقد مع موجة أخرى لتتضاعف بذلك قوتها عند توجيهها على نقطة محددة .

ونلاحظ ذلك جليا في عبوات الخرق حيث أن الموجات تتعاقد لتتقوى مما يؤدي إلى زيادة التأثير على الهدف وتعميق الخرق فيه ، علما أن تفجير نفس الكمية من المادة دون الاستفادة من هذه الخاصية لا يكاد يحدث أي أثر يذكر في التصفيح . ونلاحظ أثر ذلك أيضا في سلسلة التفجير عند استخدام أكثر من مادة في عبوة واحدة فعند عدم مراعاة قواعد سلسلة التفجير فإن اختلاف سرعات المادة يؤدي إضعاف الموجة في حين مراعاة القواعد يعني زيادة قوة الموجة الانفجارية.



٦. تنكسر :

عند اصطدام موجتين انفجاريّتين متضادتين فإنهما يضعف كل منهما الآخر . وكأي خاصية يمكن أن توظف للاستفادة منها ايجابيا وتجنب السلبيات .
مثلا فعند تفجير عبوتين متماثلتين (لهما نفس المواصفات) باتجاهين متضادتين على بعد مسافة متساوية من الهدف فان منطقة التقاء الموجتين تشكل قمة العصف الموجي ويكون فيها التأثير التدميري أقوى ما يكون ، ويستفاد من ذلك في الاغتيالات أو تفجير عبوات كبيرة عن طريق وضع صاعقين متضادين ، أو توجيه الموجة الانفجارية كما في العبوة الاسطوانية عند وضع صاعقين متضادين طوليا مما يؤدي إلى توجيه الموجة الرئيسي باتجاه أفقي بدل أن يكون عامودي وهكذا .

٧. العدوى :

هو إنصعاق مادة متفجرة نتيجة وقوعها في مدى الصعق لمادة منفجرة . حيث أنه في اللحظة الأولى تبدأ بتشكيل عدة دوائر مختلفة التأثير نتيجة تناقص قوة الضغط الناتج .
لذا لحصول العدوى يجب أن تكون الصدمة الانفجارية الناتجة عن الانفجار كافية لتوليد الطاقة الكافية لبدء الانفجار وجعله ذاتي الانتشار . وكما أسلفنا أن توليد الموجة الانفجارية يعتمد على الصدمة الأولية ، حساسية المادة المتفجرة ، سرعة الانفجار الداخلية والخارجية ، المسافة بين المادتين ، ونوع الوسط .
علما أنه يمكن تفجير مادة تبعد عدة أمتار عن مادة منفجرة بواسطة تركيز وتوجيه الموجة الانفجارية . ولا يشترط في العدوى أن تكون هناك مادتين مختلفتين ومسافة بينهما ، بل يمكن أن تكون من نفس المادة حيث أن الانفجار في المادة الواحدة هو انفجار تدريجي سريع فإذا كان هناك أي شائبة كرتوبة أو عدم انتظام في سلسلة التفجير وغيرها من العوامل يمكن لجزء من المادة أن لا ينفجر وبذلك لا تتحقق مسألة العدوى في نفس المادة ويتضح هذا الأثر جليا في العبوات الكبيرة .
تم تجربة تفجير خط من قوالب TNT بطول (١٢٠) سم من بواسطة صاعق نظامي ، خط طولي ١٢ قالب ووضع قالب منفرد على بعد ١٥ سم من رأس الخط وعلى نفس المسافة قالب آخر منفرد على جانب الخط فانفجرت جميع القوالب .

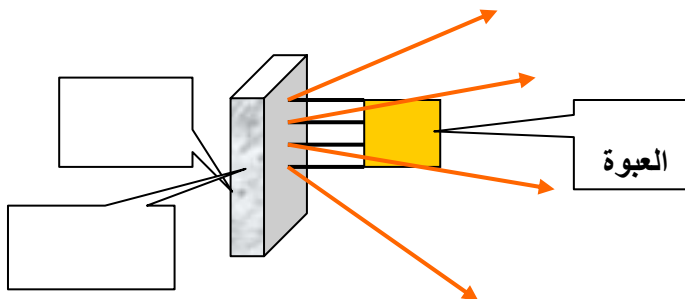
٨. الانعكاس :

ونقصد به ارتداد الموجة الانفجارية عن سطح ما ويعتمد انعكاس الموجة الانفجارية على ثلاث عوامل رئيسية :

- العبوة : فبحسب نوع وشكل وتوجيه العبوة يحدد مدى قوة وتركيز الموجة وبالتالي يحدد حجم التأثير و الارتداد .
- الوسط : بحسب نوع الوسط صلب ،

سائل ، غاز ، حجم الإغلاق أو الحصر والمسافة بين العبوة والهدف يحدد حجم التأثير والارتداد أيضا .

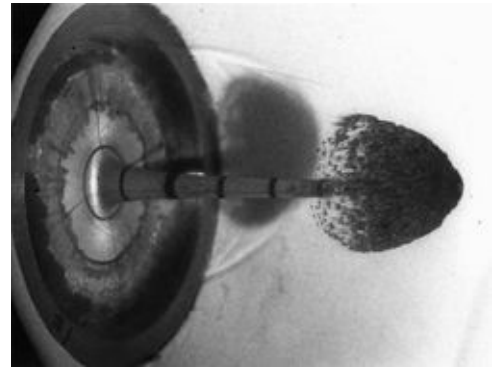
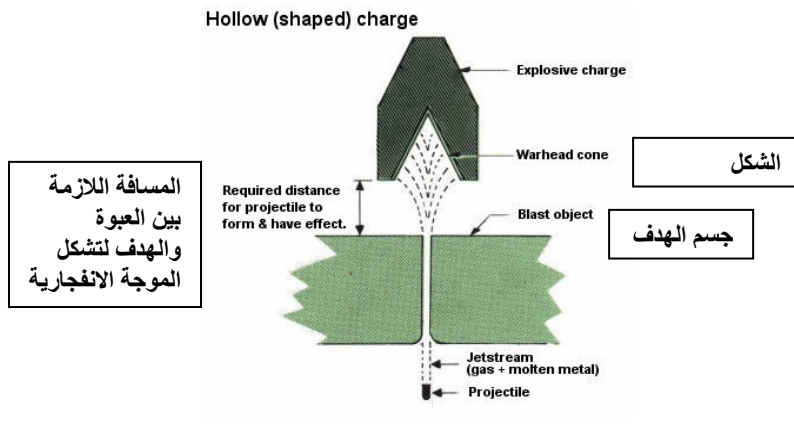
- الهدف : كذلك بحسب طبيعة الهدف (أفراد – آليات – منشآت) ونوع ، شكل ، سماكة يحدد حجم التأثير والارتداد .



الانعكاس بمفهومه العام ارتداد جزء من الموجة عن سطح ما بمعنى ضياع جزء من الموجة أي أن النتيجة سلبية ، ولكن إذا علمنا كيفية توظيفها فإنها تتحول إلى خاصية ايجابية يستفاد منها في زيادة تأثير الانفجار ، كاستفادة من الانفجار في حيز مغلق وذلك للاستفادة من تضغط الهواء الموجود ، وكذلك الاستفادة من الطاقة المرتدة والمحصورة داخل هذا الحيز بدل أن تتبدد في الهواء .
وعند سماع أن زجاج مبنى معين على مسافة كذا قد تحطم فإن ذلك يكون غالباً ناتج عن انعكاس الموجة الانفجارية وتضاغط جزيئات الهواء .

٩. لديها قابلية التشكل والتوجيه :

الموجة الانفجارية وكأي موجة يمكن لها أن تشكل وتوجه بحسب شكل المادة المتفجرة ومكان توضع الصاعق كعاملين رئيسيين ، وبناءً على هذين العاملين يمكننا التحكم بشكل الموجة الانفجارية الناتجة وبالتالي التحكم في وظيفة هذه العبوة بالاستفادة من هذه الخاصية والخواص السابقة .



صورة توضح كيفية اختراق الموجة الانفجارية للهدف

صورة توضح بداية تشكل الموجة الانفجارية اتجاه الهدف

انتقال الموجة الانفجارية: عند ظهور الموجة الانفجارية تنشأ بؤر ساخنة وضغط مرتفع الأمر الذي يسهل استمرار التفاعل حيث ينتشر قسم صغير من طاقة الموجة الانفجارية في المادة لينقل الإنحلال من طبقة إلى طبقة أخرى وينشأ الانفجار وينتقل القسم الأكبر المتبقي من الطاقة في المحيط ليدمره .
تتجاوز سرعة الموجة الانفجارية سرعة الأمواج الصوتية فتضغط الهواء بشدة محدثة دويًا عاليًا .
وتكون الموجة الانفجارية أكثر حدة (قوة) باتجاه التفاعل عنه في الاتجاه المعاكس .

تأثير الانفجار على المحيط:

إن التأثيرات التي يعانيها وسط مقاوم عندما تعمل فيه المتفجرات هي الاجتثاث والتجزئة والقذف. وهي نتيجة تأثير ضغط الغازات وضغط الموجة الانفجارية. فالغازات الناتجة عن الانفجار تتمدد بسرعة بتأثير الحرارة العالية المرافقة لها ونظراً للوقت القصير الذي يتم فيه التمدد فإن الغازات تندفع في جميع الاتجاهات بضغط كبير مسببة صدمة قوية مفاجأة لذرات الوسط المجاور. بالإضافة إلى تأثير ضغط الغازات فإن ضغط الموجة الانفجارية يكسبان ذرات الوسط المحيط سرعة ابتدائية كبيرة ينتج عنها انفصال الذرات مسببة التخريب. إن التأثير التدميري للانفجار تحت الماء ناتج من جهة عن انتقال الماء من جراء التولد العنيف للغاز تحت ضغط عال ومن جهة أخرى تحت تأثير ضغط الموجة الانفجارية الكافي لتدمير أو إعطاب سفينة أو تدمير رصيف بحري. ويقدر الضغط في الماء عشرات المرات عنه في الهواء على نفس المسافة وذلك نتيجة عدم قابلية الماء للانضغاط. تقلل العوائق كثيراً من تأثير الانفجار على البعد. ويكون تأثير الانفجار خلف عائق مقاوم أكبر في الاتجاه المعاكس. كما ويلاحظ التأثير الانفجاري بشكل أكبر مع اتجاه التفاعل الانفجاري واتجاه الريح عنه في الاتجاه المعاكس.

العوامل المؤثرة في الانفجار:

إذا أثرنا على الشروط الابتدائية (حرارة، الضغط، التركيز...) أمكننا توجيه الإجراء حسب رغبتنا معدلين سيره بشكل ينتج معه احتراق أو انفجار.

١. النسبة المئوية للمكونات في الخليط:

إن العيار أو التركيب الكمي للخلائط المتفجرة هو عامل يؤثر في سرعة التفاعل (غاز الميثان والهواء في المناخم). فعندما تكون جزيئات الوقود منتشرة ومفصولة بالعديد من الجزيئات الأخرى عن الأوكسجين فإن الاحتراق أو الانفجار لا يمكن أن ينتشر إلا بصعوبة كبيرة وببطء يستحيل معه تشكل الموجة الانفجارية. أما إذا كانت جزيئات الوقود كثيرة جداً فإن جزيئات الأوكسجين تكون بعيدة بعضها عن بعض ويكون الاحتراق بالتالي بطيئاً وغير تام لنقص في الأوكسجين الملامس مباشرة لأغلب جزيئات الوقود.

لذلك لا يمكن أن يتم انتشار الاحتراق بسرعة إلا إذا كان عدد جزيئات الوقود والأوكسجين كافياً بحيث يتم الالتهاب دونما تأخير.

٢. درجة الحرارة:

تزداد سرعة الاحتراق بازدياد درجة الحرارة (الدرجة التي يجب أن نرفع إليها المادة المتفجرة كي تنفجر)، حيث تتضاعف السرعة تقريباً كلما ازدادت درجة الحرارة بمقدار ١٠ درجات مئوية.

٣. الضغط:

تؤثر قيمة الضغط في مجرى التفاعل بشكل مماثل لتأثير درجة الحرارة، فإذا ما ازداد الضغط ازدادت سرعة التفاعل بحيث يمكن للاشتعال أن يتحول إلى انفجار.

٤. كثافة المادة المتفجرة:

تؤثر كثافة المادة المتفجرة في سرعة انتشار التفاعل حيث تكون السرعة التي يتطور فيها التفاعل أكبر بكثير في المركبات الكيميائية منها في لخلائط الميكانيكية. إذ أن ذرات الأولى هي أقرب بعضها إلى بعض منها في الثانية.

٥. كثافة الشحنة:

هي العلاقة الكائنة بين المادة المتفجرة وحجم الحيز الذي يتم فيه التفاعل، وتزداد ضغوط التفاعل وسرعته بازدياد كثافة الشحنة بحيث أن هذه الشحنة إذا ما كانت كبيرة جداً أمكن انقلاب الاحتراق إلى انفجار.

٦. الكابح:

وهو كل عائق أو صعوبة يجابه بها الحيز الذي تتم فيه العملية الانفجارية الغازات الناتجة من الانفجار مانعاً انتشاره. فالكابح إذن تابع لطبيعة الوعاء وإحكام إغلاقه. ففي حيز جيد الإحكام وذو خواص مميزة ملائمة تحول دون تحطيمه قبل التحول الكلي للمادة المتفجرة إلى غاز يزداد الضغط بتقدم العملية الانفجارية ولما كانت السرعة تابعة للضغط فإن ما يبدأ كاحتراق يمكن أن ينتهي كانفجار. ولا تستلزم جميع المواد المتفجرة الكابح نفسه فبعضها يكتفي بالهواء الذي يحيط به (ت.ن.ت) والبعض الآخر يتطلب عائق أكبر (البارود).

٧. الحفازات:

وهي المواد التي تؤثر سلباً أو إيجاباً في سرعة التفاعل الانفجاري.



قال ﷺ: من مات مرابطاً في سبيل الله أجرى الله عليه عمله الصالح الذي يعمل

عليه وأجرى عليه ممرزقه، وأمن من الفتان، وبعثه الله يوم القيامة آمناً من الفزع



وكي تزداد قوة المادة المتفجرة وبالتالي قوة الموجة الانفجارية فانه يجب أن يتحقق فيها المواصفات التالية :

متجانسة ، متماسكة ، مضغوطة ، مجمعة ، نقية وصالحة ، مرتبة حسب قواعد سلسلة التفجير .

١. متجانسة :

أي متماثلة فإذا كانت العبوة مكونة من نوع واحد من المتفجرات فيجب أن تكون من نفس الشكل (الحجم) ، وإذا كان عندنا أكثر من شكل لـ TNT مثلا بوردرة وصلب فلا نخلطهما مع بعض فنجعل البوردرة أولا ثم الصلب في حال كون الصاعق شعبي وضعيف والعكس في حال كون الصاعق قوي وهكذا .

وإذا كان عندنا في العبوة الواحدة أكثر من نوع من المتفجرات فيجب ترتيبها على شكل طبقات بحسب سلسلة التفجير.

٢. متماسكة :

مقاربة من بعضها لا يوجد بينها فراغات فعند استخدام قوالب TNT مثلا يجب رصّها بجانب بعضها جيدا ، وفي حالة استخدام الفتائل الانفجارية مثل الكورتكس معها فيجب أن تكون ملاصقة جدا للمادة ومتراصة فيما بينها ، وبأكثر من لفة على المادة المتفجرة .

٣. مضغوطة :

وخصوصا تظهر هذه الخاصية بالمواد العجينية مثل الـ C4 وفي تصنيع الصواعق حيث يتم ضغط المادة النصف حساسة بضغطين مختلفين (٢٠ و ٤٠) بار شرط التوافق مع نوع المادة الحساسة ، وكلما عرضت المادة النصف حساسة وضعيفة الحساسية للضغط باليد أو المكبس اليدوي يزداد تأثير المادة ويقل حجمها ، وهناك معايير لاستخدام المكبس الآلي لا يجب تجاوزها وإلا ستنفجر المادة .

٤. مجمعة :

أي أن المادة تتجمع حول بؤرة واحدة (نقطة مركز) لتشكل شكل كروي أو مكعب أو أسطواني ، والشكل الأسطواني يعتبر من أفضل الأشكال بالنسبة لطبيعة أهدافنا . مع ضرورة مراعاة نوع وطبيعة المحيط والهدف المراد تحقيقه عند اختيار شكل العبوة.

٥. نقية وصالحة :

كلما زادت درجة نقاوة المادة كلما زاد تأثيرها ، وكلما كانت بعيدة عن تأثير الرطوبة كان تأثيرها أقوى ، ونعني بالنقاوة عدم وجود شوائب أي كل ما يؤثر على المادة سلبا . ونعني بصلاحية المادة أي قابليتها للاستجابة للمحرض الخارجي وقدرتها على نقل الموجة إلى بقية أجزاء المادة.

٦. مرتبة حسب قواعد سلسلة التفجير :

ونعني بسلسلة التفجير ترتيب وضع المواد المتفجرة المختلفة والمستخدمه في العبوة الواحدة بناءا على تصنيف المتفجرات.

سلسلة التفجير (خط النار)

لتقييم أي عملية انفجار فإننا نركز على مسألتين رئيسيتين :

المسألة الأولى : هو انفجار كامل المادة .

المسألة الثانية : هو تحقيق الهدف من الانفجار مثلا تدمير مبنى كاملا أو اختراق دبابة وتدميرها .. الخ وبذلك

نحكم على مجمل عملية الانفجار بالنجاح الكامل أو الجزئي أو الفشل .

فكما هو معلوم لدينا أن المتفجرات السريعة تصنف إلى عدة أنواع :

١. مادة حساسة (بادئ انفجار) .

٢. نصف حساسة (حشوة مساعدة) .

٣. ضعيفة الحساسية (حشوة رئيسية) .

وفي حال استخدام أكثر من مادة فيجب مراعاة سلسلة التفجير (خط النار) لضمان انفجار تام للمادة

حيث أن عملية الانفجار تقسم إلى ثلاث حالات من حيث نتيجة الانفجار :

- انفجار تام : انفجار كامل المادة .
- عجز انفجار : انفجار جزء من المادة فقط .
- فشل انفجار : عدم انفجار المادة .

ونعني بسلسلة التفجير (خط النار) :

ترتيب وضع المواد المتفجرة المختلفة والمستخدمه في العبوة الواحدة بناءا على تصنيف المتفجرات ،
مراعين في ترتيبها بحسب الأمور الرئيسية التالية :

١. الحساسية : (مدى استجابة المادة للمعرض الخارجي – حرارة ، طرق ، احتكاك .. الخ)

٢. السرعة : (سرعة تحول المادة إلى غاز ، وكذلك سرعة الغازات المنطلقة) .

٣. القدرة : (قوة تأثير المادة وتقاس نسبة إلى TNT حيث $1 = \text{C4}$ أمثلا $1,34 = \text{TNT}$) .

٤. النقاوة : (نسبة وجود الشوائب في المادة) .

٥. الكثافة : (كتلة المادة في حجم معين) .

وهذه الأمور يظهر الفارق في أدائها بشكل جلي وواضح في العبوات الكبيرة و العبوات ذات المهام الخاصة كعبوات الخرق مثلا .

ولأهمية موضوع إتقان التعامل مع سلسلة التفجير يجب معرفة ودراسة خواص هذه المتفجرات كما يجب أن نفرق بين أنواع المواد المتفجرة واستخداماتها ، وعلى وجه الخصوص بين المواد المحرصة (البودائ) وبين المواد القاصمة (النصف حساسة وضعيفة الحساسية).... الخ

علاقات وقواعد مهمة في سلاسل التفجير يجب الانتباه لها عند توظيف المتفجرات :

- كلما زادت كثافة المادة (وزن حجم معين من المادة) كلما زادت قدرتها (قوتها الانفجارية) ، و زادت سرعتها والعكس صحيح .
- كلما زادت الكثافة قلت حساسية المادة - والعكس صحيح - ، لذلك فهي تحتاج إلى محرض (صاعق) قوي وعنيف .
- كلما زادت درجة نقاوة المادة القاصمة زادت حساسيتها إلى حد معين وهو عدم قدرتها للتحويل إلى مادة حساسة ، والعكس صحيح .
- كلما كان البادئ (الصاعق) ضعيفا كلما ازداد صعوبة تحول المادة القاصمة إلى غاز خلال فترة قياسية ، وقد يتحول الانفجار إلى عملية سطحية يتحول فيها تفكك المادة إلى اشتعال ووميض .
- الحساسية مرتبطة بقدرة المادة على التحول إلى غاز وليست مرتبطة بسرعة تحولها إلى غاز .
- كلما زاد حصر المواد الشعبية (حتى نسبة معينة) زاد في سرعة الغازات الناتجة عن الانفجار مما يجعل الضغط الناتج عنها يزداد و الأثر التدميري لها يكبر .

شروط ترتيب سلسلة التفجير (خط النار) :

١. ترتيب وضع المواد وفقا لـ (الحساسية الأكثر حساسية أولا ، السرعة الأسرع أولا ، القدرة الأكثر قدرة أولا ، النقاوة الأنقى أولا ، الكثافة) ويكون الترتيب وفقا لتسلسل ذكر الخواص .
 ٢. يجب أن يكون ثلث المادة تقريبا في داخل المادة التي تليها ، وملامسة لها من معظم الاتجاهات .
 ٣. يجب مراعاة التجانس في الطبقة الواحدة للحشوة (كامل المادة المتفجرة) عند الترتيب حتى ولو كان من نفس نوع المادة ، فلا يصح خلط الـ TNT المطحون مع الصلب في نفس الطبقة مثلا .
 ٤. نوع وقدرة البادئ (الصاعق) يلعب دور رئيسي في عملية ترتيب المواد ويجب التنبيه له جيدا ، فمثلا إذا كان لدينا صاعق ضعيف مثل بيرو كسيد الأستون (الثلج الأبيض) و TNT صلب وآخر مطحون ، فيجب ترتيب المواد كالتالي الثلج في البداية ومن ثم الـ TNT المطحون وبعده الـ TNT الصلب ، ولو عكسنا المطحون بدل الصلب فلن يحصل انفجار (فشل) .
 ٥. وفي حين لو كان لدينا بادئ قوي مثل صاعق نظامي فان الـ TNT الصلب يأتي أولا يليه المطحون ، ولا يصح العكس لأنه لو عكسنا المطحون مع الصلب فسيحصل غالبا عجز في الانفجار . واختلاف النتيجة بسبب اختلاف قدرة الصاعقين .
 ٦. الحشوة المساعدة وهي مادة لها قدرة وسرعة عالية وحساسية أكبر تستخدم في تحريض وتفجير المادة الأقل حساسية، نسبتها في المادة القاصمة من (٢ إلى ٥) % ، ويتحدد نوعها وكميتها بحسب حساسية وحجم المادة القاصمة وكذلك على قدرة البادئ (الصاعق) ، - دور الحشوة المساعدة هو نقل وتضخيم الموجة الانفجارية لضمان انفجار كامل الحشوة الرئيسية- ، ويفضل أن يكون شكلها متناسب مع شكل الحشوة الرئيسية .
- ملاحظة : كلما كانت قوة الصاعق أكبر وكذلك قدرة المادة المساعدة كان انفجار العبوة تام وكان تأثير المادة القاصمة (الأساسية) أكبر .

ولسهولة التعامل مع سلاسل فإننا نقوم بترتيبها بالمجمل وفقا للقواعد التالية :

١. قدم المواد العسكرية النظامية على المواد الشعبية .
٢. استخدم المواد البادئة النظامية في حال وجود مواد نظامية عسكرية .
٣. في المتفجرات القاصمة قدم المواد العجينية (البلاستيكية) على المواد الصلبة .
٤. في وجود الصاعق الضعيف قدم المواد البودرية الشكل على المواد الصلبة .
٥. في وجود صاعق ضعيف ومادة قاصمة ذات كثافة عالية (صلبة) ، قم بطحن جزء من المادة القاصمة لتقوم بدور الحشوة المساعدة وبنفس نسبة الحشوة المساعدة . واحرص أن تكون المادة المطحونة ملائمة للمادة القاصمة في وسطها وعلى كامل طولها ما أمكن .



TNT صلب TNT مطحون ثلج أبيض

٦. في المتفجرات (التصنيع الشعبي) قدم المتفجرات التي تحتوي على بودرة الألمنيوم .
٧. في المتفجرات الصلبة الضعيفة الحساسية (التصنيع الشعبي) في وجود صاعق ضعيف قم بطحن كامل المادة لضمان انفجار كامل لها ، واحصرها في وعاء معدن سمكه من ٠,٥ إلى ٢ سم بحسب كمية المادة للحصول على قوة أكبر للمادة .
٨. احرص على عدم إطالة سلسلة التفجير (خط النار) في المواد القاصمة لتجنب حدوث خلل ، والجا لذلك عند الحاجة فقط .



إننا أصحاب هدف نسعى إليه فلا نقيم ونرنا للأشواك التي تعلق
بشبابنا أثناء المسير ولا بالصخور التي توضع في طريقنا إلى مرب

العزرة



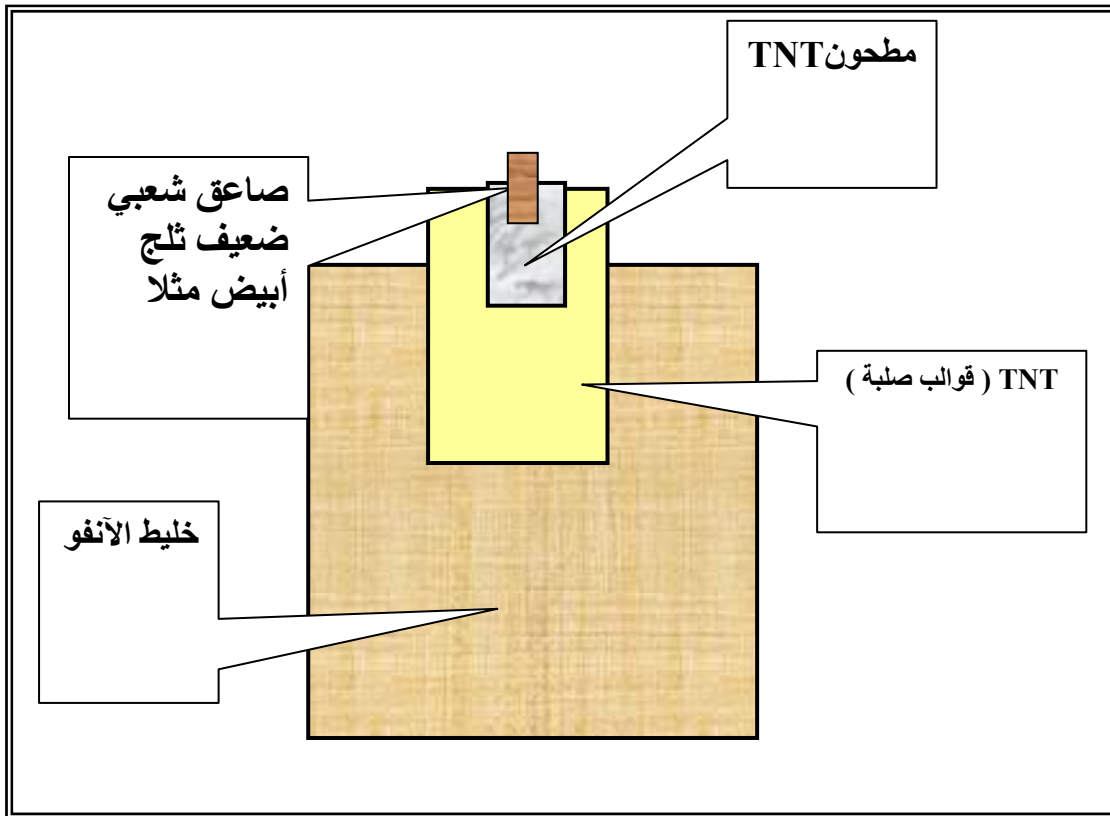
مثال على توظيف سلسلة التفجير :

توفر لدينا صاعق شعبي (ثلج أبيض) ، متفجرات شعبية الأنفو (سماد نترات الأمونيوم + زيت سيارات محروق ٩:١) ٥٠ كجم ، TNT صلب ١٠ كجم ، C4 ٥ كجم . رتب المواد وفقا لقواعد سلاسل التفجير ؟

الحل :

بما أنه لدينا صاعق ضعيف (ثلج أبيض) ومادة شعبية متوفرة وضعيفة الحساسية ، وبما أن TNT و C4 شحيح فإننا نقوم بالتالي :

١. طحن كامل المادة الشعبية جيدة .
٢. سنحتاج إلى ٢,٥ كجم من TNT ، نقوم بطحن قالب من TNT أو ٣٠٠ غم منه .
٣. نضع الصاعق داخل بودة TNT ونضعهما في وسط TNT الصلب مع التثبيت الجيد لهم ومن ثم وضعهم في منتصف الثلث الأول لخليط الأنفو .
٤. وضع خليط الأنفو في وعاء معدني .
٥. نرتبها ونضعها كما في الرسم .
٦. توفير الكمية الباقية من TNT و C4 .



هندسة المتفجرات

٥	المقدمة
٧	الاهداء
٩	هندسة المتفجرات
١١	الفصل الاول : المتفجرات
٣١	الفصل الثاني : البواقي وملحقاتها
٧١	الفصل الثالث : ملحقات التدمير والمعدات المستعملة في عمليات التفجير
٩٥	الفصل الرابع : طرق التفجير ووسائله
١٢٣	الفصل الخامس : حسابات العبوات الناسفة وطرق وضعها
١٤٣	الفصل السادس : المتفجرات المعمولة يدويا (المتفجرات الشعبية)
١٥٧	الفصل السابع : الالغام - القنابل والقذائف المتفجرة كعبوات تدميرية
١٦٧	الفصل الثامن : المتفجرات في الاسواق الاجنبية وملحقاتها
١٧٥	الفصل التاسع : الحشوات الجوفاء
١٩٣	الفصل العاشر : الفيوزات ذات الاهداف العامة (كافة الاستعمالات)
٢١٧	الفصل الحادي عشر : الفيوزات الشعبية
٢٣٩	الفصل الثاني عشر : سلاح المواد الحارقة
٢٤٨	الفصل الثالث عشر : عبوات حارقة جاهزة
٢٥٥	الفصل الرابع عشر : العبوات الحارقة الشعبية



ISLAMIC MEDIA CENTER
KHADIJA1417@HOTMAIL.COM

المتفجرات

تعتبر المتفجرات افضل سلاح للتدمير والحرب الشعبية لفعاليتها العالية في تدمير المعدات والتركيبات (المباني) والاهداف الاخرى، وخاصة تلك الاهداف غير القابلة للاحتراق، فتبقى المتفجرات هي الوسيلة الفعالة لتدميرها.

ونجب ان يعتني المقاتل بطريقة الحصول على المادة والتخزين ووضع المتفجرات واطلاقها لا يتسنى للعدو اكتشاف محاولات التفجير وبالتالي يقوم بأخذ الاحتياطات المضادة.

في عملية تمويه المتفجرات، يمكن عملها بشكل قوالب وتلوينها بحيث تشبه الفحم او الخشب أو اي مواد أخرى شائعة الاستعمال في المجالات الحياتية. ويجب أيضا دراسة الهدف المراد تدميره مسبقا وطرق الوصول اليه.

١ - ١ المواد المتفجرة وعملية الانفجار :

يمكن تعريف المواد المتفجرة بأنها مواد تكون إما في حالة غازية او سائلة او صلبة، وعند تعرضها الى عامل خارجي كالصدمة او الاحتكاك او الحرارة... الخ فانها تنفك في فترة زمنية قصيرة جدا (اجزاء من الثانية) لتتحول الى مواد اكثر ثباتا، نسبتها العظمى في حالة غازات.

١ - ٢ عملية الانفجار :

عند تعرض المواد المتفجرة الى عامل خارجي كما ذكرنا سابقا فانها تنفك مولدة كمية حرارة عالية جدا، مما يزيد تمدد الغازات الناتجة وبالتالي يزداد الضغط فيحصل تصادم كبير بين جزيئات الغاز نفسها وبين جزيئات الغاز والوسط المحيط بها فيتحوّل جزء كبير من هذه الطاقة الى شغل ميكانيكي، وهذا الشغل هو الذي يقوم بعملية النسف والتدمير.

... ان المواد المستخدمة كمتفجرات يمكن ان تكون مواد نقية او خلائط فيزيائية من مادتين او اكثر.

يمكن تمييز عملية الانفجار الى ثلاثة انواع :

١ - الميكانيكي والفيزيائي (تحويل الطاقة) .

٢ - الانفجار النووي وهو نوعين :

أ - الانشطار النووي : مبدأ القنبلة النووية

ب - الالتحام النووي : مبدأ القنبلة الهيدروجينية .

٣ - الكيميائي : وهو مبدأ المتفجرات التقليدية .

ان الحرارة الناتجة من عملية الانفجار الكيميائي قد تصل الى (٣٠٠٠°م)، والضغط الناتج قد يصل الى ثلاثين طناً للمستيمتر المربع الواحد، وفي مقارنة لهذا الضغط بضغط البخار الخارج من طنجرة الضغط نجد انه في هذه الحالة الاخيرة لا يتعدى عدة كيلو غرامات للمستيمتر المربع الواحد .

١ - ٣) انواع المتفجرات :

ان السرعة التي تتحول فيها المادة المتفجرة الى غازات تختلف اختلافا كبيرا من مادة الى اخرى، وحسب هذا المبدأ يمكن تصنيفها الى :

١ - المتفجرات عالية القوة : وهي ذات حساسية عالية للانفجار .

أ - المتفجرات البادئة : مثل فولنات الزئبق، ازيد الرصاص . . . الخ

ب - المتفجرات الثانوية : مثل تي . ان . تي والبنترائيت والهكسوجين . . . الخ

المتفجرات الضعيفة : وهي بحاجة الى مادة حافزة تساعد على الانفجار .

أ - الحشوات الدافعة :

(أ - ١) : الحشوات الدافعة احادية القاعدة : ويدخل في تركيبها النتر وسيليلوز بشكل رئيسي .

(أ - ٢) : الحشوات الدافعة ثنائية القاعدة : ويدخل في تركيبها النتر وسيليلوز والنتر وغليسرين بشكل رئيسي .

(أ - ٣) : الحشوات الدافعة متعددة القاعدة : ويدخل في تركيبها النتر وغليكول اضافة الى النتر وسيليلوز والنتر وغليسرين .

(أ - ٤) : الحشوات الدافعة المركبة : ويدخل في تركيبها مواد مؤكسدة ومواد بوليميرية رابطة كوقود .

ان الاربعة انواع هذه من الحشوات الدافعة يتم تصنيفها ضمن الحشوات الدافعة الصلبة حيث ان هناك الحشوات الدافعة السائلة والتي تتكون من مادة مؤكسدة مثل النترينك اوبير وكسيد الهيدروجين او الاوكسيجين او غازات النتر وجين . . . الخ ومادة مختزلة (الوقود) مثل الهيدرازين والكحول وغيرها من المواد سريعة الاشتعال .

ب - البارود الاسود والبارود اللادخاني وغيرها من المتفجرات الضعيفة ذات الحساسية القليلة للانفجار مثل الكلورات . وهذه المواد قابلة للاشتعال اكثر من الانفجار ، ولكن اذا كانت موضوعة في حيز مغلق وضيق فإن الغازات الناتجة من الاشتعال تقوم بعمل تدميري حيث يتحوّل الاشتعال الى انفجار .
(١ - ٤) قوة الانفجار :

الطاقة الكلية للمادة المتفجرة هي مجموع قوتي الانشطار والدفع للمقارنة بين مواد متفجرة مختلفة . وتؤخذ قوة انفجار كمية معينة من مادة الـ تي . ان . تي كوحدة لقياس قوة الانفجار وتقارن بها القوة الناتجة عن انفجار نفس الكمية من المادة المتفجرة الاخرى . فمثلا نقول : ان قوة انفجار مادة الهيكسوجين النقية تعادل ١ , ٦ من مادة الـ تي . ان . تي ، وهذا يعني ان انفجار كيلو غرام واحد من مادة الهيكسوجين يعادل في قوته وتأثيره انفجار ١ , ٦ كيلو غرام تي . ان . تي . ونلاحظ هذا أيضا في التفجيرات النووية حيث نقول : إن هذه القنبلة الذرية تعادل كذا مليون طن من الـ تي . ان . تي .
(١ - ٥) : ثباتية المواد المتفجرة :

ونعني بهذا محافظة المواد على مواصفاتها الى فترة زمنية ممكنة في ظل ظروف جوية وفيزيائية متعدّدة ومتقلّبة . وهذا يعتمد على العوامل التالية :
أ - امتصاص الرطوبة : وهذا يعني قابلية المادة لامتصاص الرطوبة والاحتفاظ بها ، وكلما قلت هذه القابلية كلما زادت الثباتية والكفاءة .

ب - الحساسية : كلما زادت حساسية المادة المتفجرة زادت احتمالات انفجارها اثناء الحزن نتيجة درجات الحرارة او احتمالات الاحتكاك اثناء الحزن والشحنات الكهربائية الساكنة وغيرها من العوامل .

ج - نقاوة المادة المتفجرة : حيث ان وجود شوائب في هذه المواد يساعد في التفكك الذاتي لها مما قد يؤدي الى تلفها او انفجارها .

د - التقيد باجراءات الامان وبالتعليمات أثناء نقل المواد المتفجرة وتخزينها والتعامل معها .
(١ - ٦) : تصنيف المتفجرات حسب استعمالها :

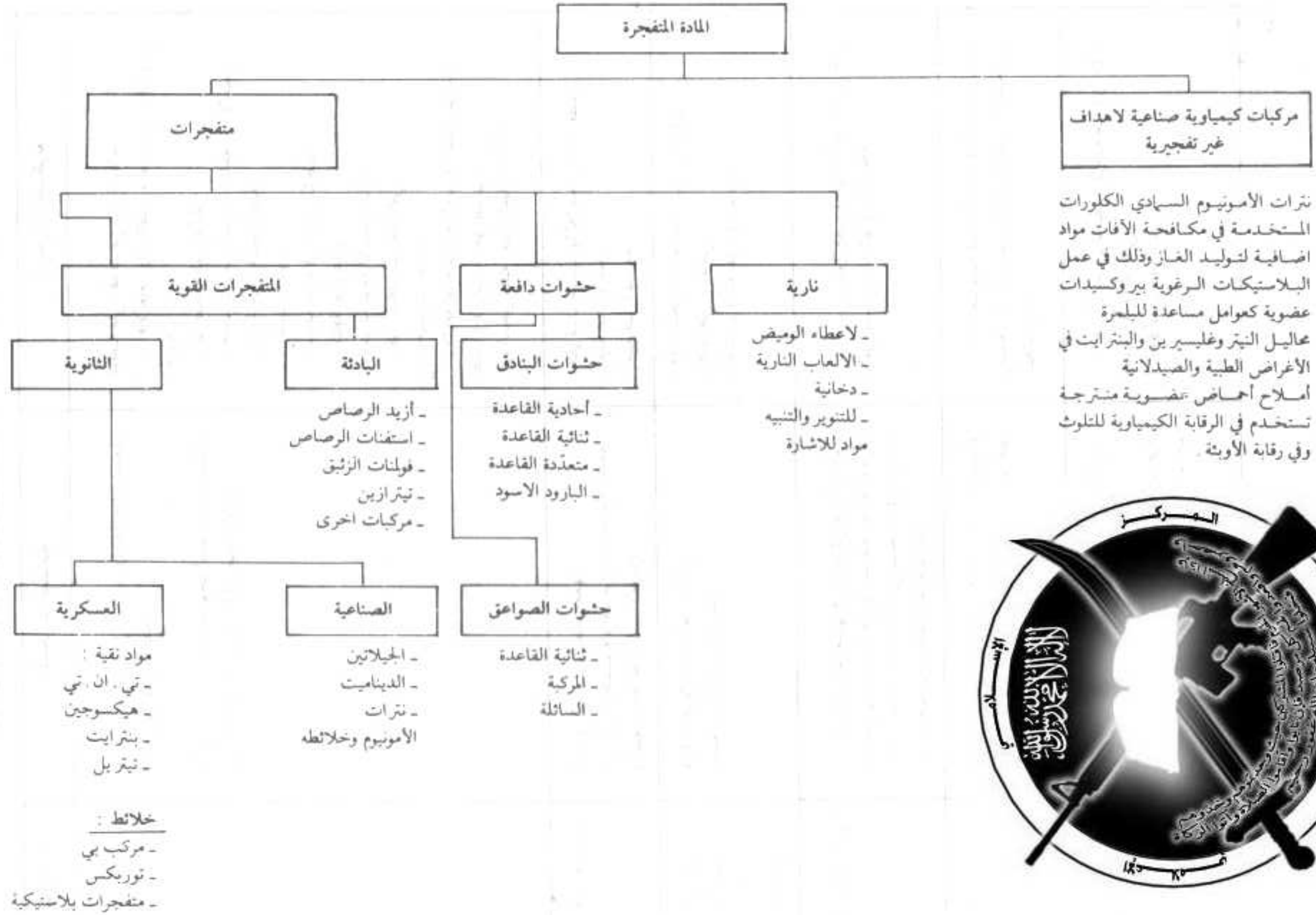
١ - المتفجرات العسكرية : وهي مواد تتوفر فيها الحساسية العالية للانفجار ، والثباتية في التخزين والدقة في التصنيع والنقاوة (خالية من الشوائب والاحماض) وانخفاض كلفة الانتاج .

٢ - المتفجرات التجارية والصناعية : هذه المواد تكون سرعة انفجارها منخفضة نسبيا اذا ما قورنت بالعسكرية وقوة انفجارها أيضا اقل بكثير وذلك حتى لا تولد شظايا كثيرة عند استعمالها . تستعمل في نسف الصخور وعمل الانفاق والسدود وفي المناجم . ومن أهم هذه المواد هو الديناميت بأنواعه ونترات الأمونيوم .

٣ - المتفجرات الشعبية : وهي التي يتم تحضيرها دون الحاجة الى معدات تكنولوجية

معقدة لذلك لا تؤخذ كلفة التصنيع بعين الاعتبار ولا نقاوة هذه المواد أو دقة مواصفاتها وفي الجدول (١ - ١) نشاهد تصنيفا شاملا للمواد المتفجرة.





الجدول (١ - ١) : المواد المتفجرة واستخداماتها

الجدول (١ - ٢) المتطلبات والمواصفات للمواد المتفجرة الصناعية والعسكرية

المواصفات	المتفجرات الصناعية	المتفجرات العسكرية
١ - الأداء	تولد حجم كبير من الغازات ودرجة حرارة انفجار عالية - قوة عالية للانفجار لا توجد ضرورة لسرعة موجة انفجار عالية باستثناء المواد الجيلاتينية المستخدمة في رصد الزلازل	تتوقف على الهدف من نوع السلاح : أ - فالالغام والقذائف والصواريخ والبرؤوس الحربية : - قوة صدمة الغاز عالية - حجم كبير من الغازات الناتجة من الانفجار - درجة حرارة انفجار عالية ب - القنابل اليدوية : - سرعة عالية في تكوين الشظايا - كثافة تعبئة عالية - سرعة موجة الانفجار عالية - قوة انفجار متوسطة تكفي ج - الحشوات الجوفاء : - كثافة تعبئة عالية جدا وسرعة انفجار عالية جدا ايضا . (الاوكتوجين هو افضلها) - قوة انفجار عالية قوة انشطارية عالية
٢ - الحساسية	أمانة في التداول والتعامل معها . حاسة للكبولة والصاعق باستثناء مواد التدمير والنسف وخلائط نترات الامونيوم	- كلما قلت حساسيتها للانفجار كانت افضل - أمانة عند الانفجار - أمانة ضد الصدمة
٣ - الثباتية والسلوك اثناء التخزين	فترة التخزين لسته اشهر او اكثر خالية من حامض النريك	- فترة التخزين ثابتة لعشر سنوات او اكثر - خالية من الاحماض - يجب ان لا تتفاعل مع المعادن
٤ - المقاومة للماء	- عندما يتم تعبئتها في خراطيش يجب أن تكون مقاومة للماء لفترة لا تقل عن ساعتين عندما تغمر في الماء . أما بالنسبة لتلك التي تستخدم في الرصد الزلزالي فيجب أن تكون مقاومتها أكثر .	- يجب أن تكون مضادة للماء بشكل كامل ، على الأقل عندما تتم تعبئتها في الأسلحة .
٥ - التماسك	- يجب أن تكون قابلة للتشكيل ، اما جيلاتينية أو بشكل مسحوق وذلك للسماح بادخال الصاعق فيها بعد أن توضع او تعبأ في المكان المراد تدميره .	- تتم تعبئتها اما بالصب (فتكون متماسكة وصلبة) أو أن تكون قابلة للتشكيل كالمتفجرات البلاستيكية .
٦ - المثلث الحراري	- يجب أن لا تتجمد تحت درجة حرارة (٢٥°م) - (١٣°ف) . - يجب أن تقاوم درجة حرارة ٦٠°م فما فوق (١٤٠°ف) لعدة ساعات (وخاصة في المناجم العميقة) .	- يجب أن تكون ثابتة بين درجة حرارة (-٤٠°م و٦٠°م) أو أعلى . (-٤٠°ف - ١٤٠°ف) .

بعد هذا التصنيف نورد وصفا موجزا لبعض المواد المتفجرة العسكرية والصناعية :
أ - العسكرية :

١ - تي . ان . تي : او ثالث نيترو والتولوين Trinitroluene, TNT

يمكن تصنيع هذه المادة من التولوين وخليط من حامض الكبريتيك وحامض النيتريك على ثلاث مراحل : في المرحلة الاولى ينتج احادي نيترو والتولوين هو مادة متفجرة أيضا في حالة سائلة، وبعد فصله يضاف اليه المزيج الحامضي لنحصل على الـ تي . ان . تي .

انه مادة متفجرة ذات كفاءة عالية جدا . تصل سرعة انفجاره الى ٧٠٠٠ م/ث . وهي ملائمة جدا لقطع الفولاذ وتدمير الكونكريت ولاستخدامات عسكرية اخرى . متوسط الحساسية ولا يتفجر بالطلقة النارية .

انه ايضا مادة سامة اذا ما دخل الجسم عن طريق الرئتين او المعدة تؤدي الى الموت حسب الكمية التي دخلت الجسم .

لونه يتراوح بين الأصفر والبني في ذلك على النقاوة وفترة التخزين . ويتوفر بشكل قوالب وزن $\frac{1}{4}$ ، ١٠ ، ٥٠ باوند . كما انه يتوفر ايضا مسحوقا بشكل البرش . يشتعل على درجة حرارة ١٣٠ م (٢٢٦ ف) وينصهر على ٨٣ م لذلك نستفيد من هذه الخاصية لتعباته في القذائف وغيرها . ثباتيته عالية جدا حيث أمكن تخزينه لفترة عشرين عاما دون أن تتغير مواصفاته وهو غير قابل لامتناس الرطوبة وملامم جدا للمتفجيرات تحت الماء .

التيتريل : Tetryl

وهو مادة شديدة الحساسية للانفجار، لذلك يستخدم في تعبئة الصواعق وكماادة لتكبير موجة الانفجار (Booster) بلورات صفراء اللون، لا يذوب في الماء ويزوب جزئيا في الكحول والاثير والبنزين، ويزوب في الاسيتون . درجة انصهاره عالية نسبيا (١٢٨،٥ مثوية) لذلك يفضل تعبئته بشكل مسحوق ثم يضغط بواسطة المكبس . انه ذو قوة انفجارية وتدميرية عالية جدا .

يتم تصنيعه بواسطة اذابة احادي وثاني مثيل الانيلين في حامض الكبريتيك ثم يصب المحلول الناتج على حامض النيتريك مع التبريد المستمر والتحريك . يصنف كماء سامة كما في حالة الـ تي . ان . تي . لتخفيف حساسية التيتريل للانفجار يتم خلطه مع مادة الـ تي . ان . تي قليلة الحساسية بنسبة ٣٠ / تي . ان . تي الى ٧٠ / تيتريل للحصول على مادة التيتريتول .

البنترايت : Pentaerythritol tetranitrate PETN

مادة شديدة الحساسية للانفجار. تستخدم في تعبئة الصواعق وفي البوسترات لتكبير موجة الانفجار وفي صناعة الفتيل المتفجر.
قوة انفجارها عالية جداً، حيث تعتبر من أقوى المواد المتفجرة وأكثرها تدميراً.
ثباتها في التخزين جيدة.

يمكن إضافة نسبة من الشمع إليه ثم يضغط ليعطي كتلة صلبة جداً. كما يمكن تحويله إلى متفجرات بلاستيكية أو جيلاتينية لاستخدامه في أغراض الرصد الزلزالي. لا يذوب في الماء. يذوب جزئياً في الكحول والاثير والبنزين ويزوب في الاسيتون ومثيل الخلات.

يمكن تحضيره بإضافة البنتا ايريثرول إلى حامض النريك المركز مع التبريد المستمر والتحرك الفعال. بعد ذلك يخفف المحلول بالماء ليصل إلى تركيز ٧٠٪ فيتبلور ويترسب البنترايت وتعاد بلوراته بإذابته في الاسيتون وذلك لتنقيته فنحصل على مادة بيضاء اللون.
لتخفيف حساسية البنترايت نستطيع أن نضيفه إلى الـ تي. إن. تي المصهور بنسبة ٧٠٪ بنترايت إلى ٣٠٪ تي. إن. تي للحصول على البنتول.
درجة انصهار البنترايت عالية (١٤٠°م).

٤ - الهيكسوجين : Hexogen, R.D.X, Cyclonite

مادة شديدة الانفجار بيضاء اللون لا تذوب في الماء، تذوب جزئياً في الايثر والايثانول وتذوب في الاسيتون.

إن الهيكسوجين حالياً هو من أهم المواد المتفجرة القوية والأكثر استخداماً في المجالات العسكرية وذلك لثباته العالية وسهولة التعامل معه بأمان. قوة انفجاره عالية وكذلك سرعة انتشار موجة الانفجار (٨٥٠٠ م/ث).

الطريقة التقليدية لتحضيره هي نترجة الهيكسامين بواسطة حامض النريك المركز (طريقة هينغ Henning عام ١٨٩٨) ثم يضاف المحلول إلى ماء مثلج فيترسب الهيكسوجين بلون أبيض، لأنه لا يذوب في الماء. وتتراوح درجة انصهاره بين ١٩٢ - ٢٠٢ درجة مئوية حسب نقاوته.

ولدى ازدياد الطلب عليه خلال الحرب العالمية الثانية تطورت وسائل إنتاجه.
يستخدم في الأغراض العسكرية أما نقياً وأما مخلوطاً مع مواد أخرى مثل :
- الشمع بنسبة تصل إلى ٩٪ وبعد ذلك تعبأ الحبيبات المشبعة بالشمع في العبوات والحشوات، وتضغط بالمكبس للحصول على بوسترات أو في عمل الحشوات الجوفاء.
يضاف إلى الـ تي. إن. تي المصهور بنسبة ٥٠٪ - ٥٠٪ للحصول على الهيكسول لعمل العبوات الناسفة والتدميرية والعبوات الجوفاء.
أو بنسبة ٧٥٪ هيكسوجين - ٢٥٪ تي. إن. تي للحصول على مركب بي لنفس الأهداف أعلاه.

- يخلط مع بودرة الألمنيوم للحصول على مركبات الهيكسوتونال والطوربيكس والترابيلين لاستخدامها في عبوات الطوربيدات، حيث أن بودرة الألومنيوم تزيد من درجة حرارة الانفجار.

- يضاف بنسبة قد تصل إلى ١٠٪ مع النتر وسيليلوز ومركبات أخرى لاعطاء البارود البلاذخاني.

- كذلك يمكن اضافته مع مواد بوليميرية بلاستيكية مثل البولي يوريتان والبولي سلفايد والبولي بيوتاديين وغيرها لاعطاء المواد المتفجرة البلاستيكية Plastic Bonded Explosives منها:

أ- مركب سي : ٨٨,٣٪ هيكسوجين + ١١,٧٪ زيت معدني يحوي على نسبة ٠,٦ ليسيثين Lecithin

ب- مركب سي - ٢ C-2 Composition : ٧٨,٧٪ هيكسوجين + ٢١,٣٪ مادة بلاستيكية تتكون من ١٢٪ ثاني نيترو والتولوين - ٥٪ تي . ان . تي + ٢,٧٪ أحادي نيترو التولوين + ٣,٠٪ نيترو سيليلوز + ١٪ مادة مذيبة.

ج- مركب سي - ٣ C-3 Composition : ٧٧٪ هيكسوجين + ١٠٪ ثاني نيترو والتولوين + ٥٪ أحادي نيترو والتولوين + ٤٪ تي . ان . تي + ٣٪ تيريل + ١٪ نيترو سيليلوز.

د- مركب سي - ٤ : ٩١٪ هيكسوجين + ٩٪ مادة بلاستيكية مكونة من ٥,٣٪ di (2-ethyl hexyl) sebacate + ٢,١ / بولي ايزوبيوتيلين + ١,٦ جزء زيت محرك عيار ١٠.

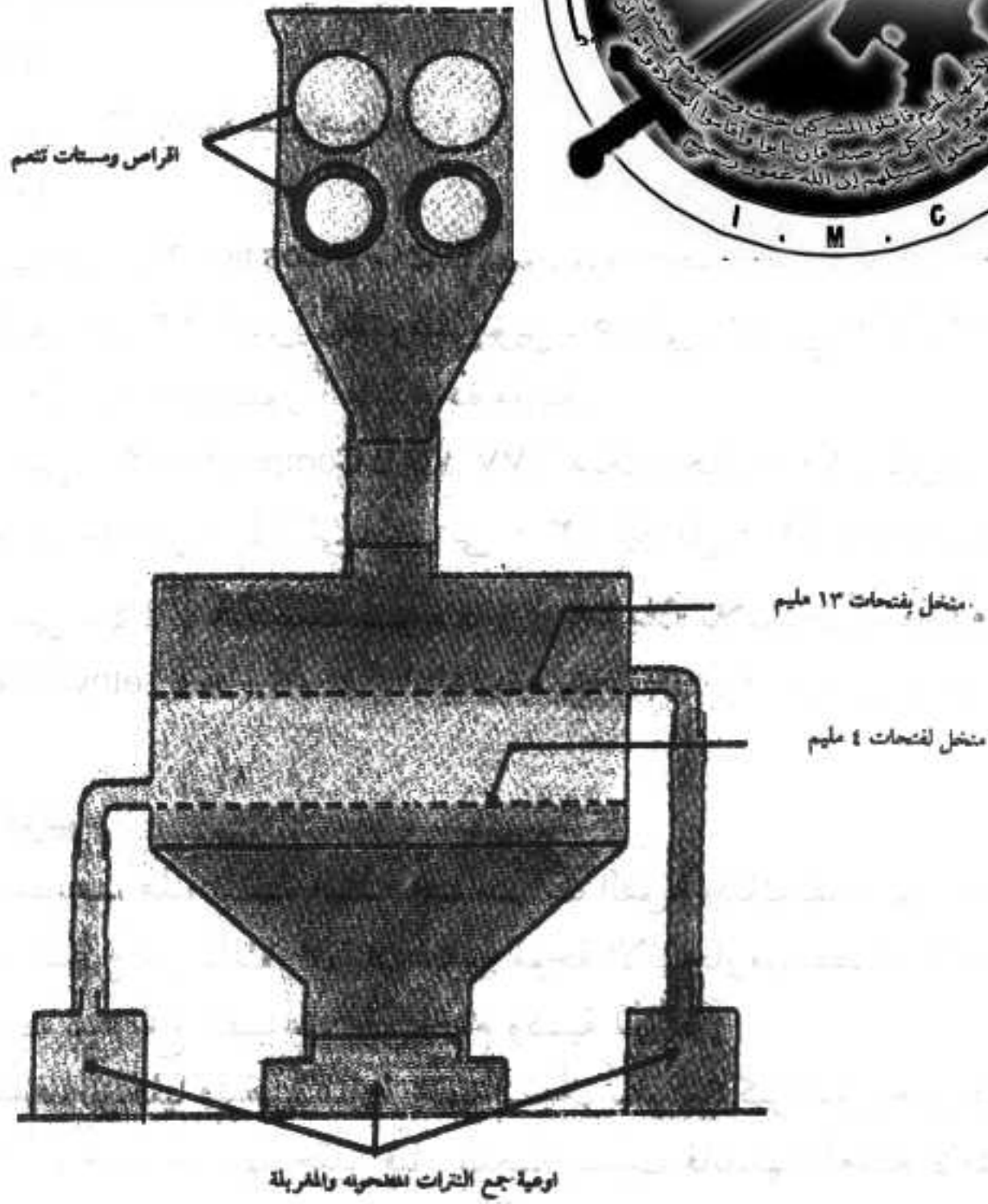
٥ - نترات الامونيوم :

يمكن تصنيف هذه المادة ضمن المتفجرات القوية وذلك لقابليتها العالية للانفجار، وقوة التدمير الناتجة عن ذلك. الا ان سرعة موجة الانفجار منخفضة (لا تتجاوز ١١٥٠ م/ث ٣٠٠٠ حسب نوع الصاعق المستخدم وكمية البوستر).

لكي يتم الانفجار كلياً في هذه المادة يجب أن يكون تركيز النتر وجين فيها لا يقل عن نسبة ٣٣,٥٪، ويجب تخفيفها جيداً قبل التعبئة بسبب قابليتها العالية لامتصاص رطوبة الجو.

يستخدم نترات الامونيوم كسماد كيميائي ولكن نسبة النيترو وجين فيه تكون مخففة. أما للأغراض والأهداف التفجيرية فانه من أهم المواد المستخدمة في تحضير المتفجرات الصناعية اضافة الى استخداماته في الأهداف العسكرية مخلوطاً مع الـ تي . ان . تي في تعبئة القذائف ونسف التحصينات وغيرها. يمكن خلط نترات الامونيوم مع المواد التالية :

- مواد حاملة لذرة الكربون، كلب الخشب والزيت والفحم.



الشكل ١ - ماكينة طحن ترات الامونيوم

- مواد تزيد من حساسية للانفجار كالنيتروغليكول او الدتي . ان تي او ثاني نيترو التولوين .

- مواد اضافية لاعطائه مزيدا من القوة الانفجارية والتدميرية مثل بودرة الالومنيوم .
- مواد سائلة تساعد نترات الامونيوم في التماسك وتعزله عن الرطوبة مثل زيت الديزل (الفيول) وتسمى مركبات (الأنفو) .

- مواد جيلاتينية تجعله مقاوما للماء مثل النيتروغليكول بنسبة ٢٠ - ٤٠٪ وكذلك يستخدم النيتروغليسرين .

٦ - نترات النشا : Nitrostarch

انها ذات لون رمادي فضي بشكل مسحوق يضغط لاعطائه شكل قوالب . وهي اكثر حساسية للشعلة والاحتكاك والصدمة من الدتي . ان تي وقابلة لامتصاص الرطوبة شيئا ما .

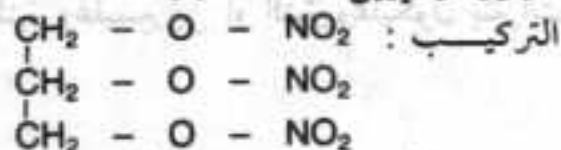
غير قابلة للذوبان في الماء ولا الايثر . انها تذوب في الاسيتون وفي خليط من الايثر والكحول . يتم تحضير نترات النشا بنسبة (١٢ - ١٣,٣)٪ نيتروجين بمعالجة النشا مع حامض النتريك او مزيج حامضي من حامض النتريك والكبريتيك . ثم يغسل الناتج بالماء البارد ويجفف على درجة حرارة ٣٥ - ٤٠ م .

ب - المتفجرات التجارية او الصناعية :

وهي كما ذكرنا تستخدم في اغراض مدنية غير عسكرية كالمناجم وتسوية الارض ونسف الصخور وعمل الجسور والأنفاق وفي الرصد الزلزالي وغيرها .
ويطلب من هذه المواد التسويق بين فعالية الأداء في تحقيق الهدف او الحدوى الاقتصادية . يدخل في تركيبها بشكل رئيسي النيتروغليسرين . والذي استبدل لاسباب اقتصادية بنترات الامونيوم .

وسوف نتكلم الآن عن النيتروغليسرين ثم عن انواع الديناميت :

النيتروغليسرين : Nitroglycerine



سائل زيتي اصفر شديد الانفجار . حساس جدا للشعلة والحرارة والاحتكاك . واذا لم تتم عملية التنقية جيدا فهو قابل للانفجار الذاتي اثناء النقل والتخزين . يمكن تحضيره بمعالجة الجليسرين مع مزيج حامضي من حامض النتريك والكبريتيك . بالنسبة لمادة الجليسرين يمكن الحصول عليها اثناء عملية انتاج الصابون .

ان سرعة انفجار النيتروغليسرين تصل الى ٧٠٠٠ م/ث .
يتجمد على درجة حرارة ١٣ م ، فتقل حساسيته للانفجار .

الديناميت : Dynamite

هناك عدة أنواع من الديناميت التي تستعمل في الاغراض الصناعية والمدنية كمواد متفجرة وكل منها يختلف عن الاخر في مواصفاته كالقوة والكثافة وسرعة الانفجار والمقاومة للماء . . . الخ .

وأول من قام بتحضير الديناميت هو ألفريد نوبل عام ١٨٦٧ باستعمال طين كيبيل غور Kieselguhr مع النيتروغليسرين . ثم تم استبداله بمواد اخرى كالخشب والقمح وغيرها . ويمكن تصنيفها الى :

١ - ديناميت غير جيلاتيني (بشكل بودرة) يتكون من النيتروغليسرين + مادة حاملة غير متفجرة مثل طين الكيبيل غور . وقد قام نوبل بتحضيره عام ١٨٦٧ .

٢ - ديناميت غير جيلاتيني يتكون من النيتروغليسرين + مادة فعالة ، اما ان تكون قابلة للاشتعال او للانفجار ، وتسمى بالديناميت المستقيم . Straight Dynamite

٣ - الديناميت الجيلاتيني والذي يحوي على مادة متفجرة مضافة الى النيتروغليسرين .

وأهم انواعه الديناميت الصاعق او الناسف Blasting Dynamite .

٤ - ديناميت غير جيلاتيني يحوي على النيتروغليسرين اضافة الى نترات الامونيوم ، ويسمى بديناميت الامونيا او ديناميت نترات الامونيوم .

٥ - ديناميت جيلاتيني من النيتروغليسرين ونترات الامونيوم ويسمى بديناميت الامونيا الجيلاتيني .

٦ - ديناميت شبه جيلاتيني من النيتروغليسرين ونترات الامونيوم .

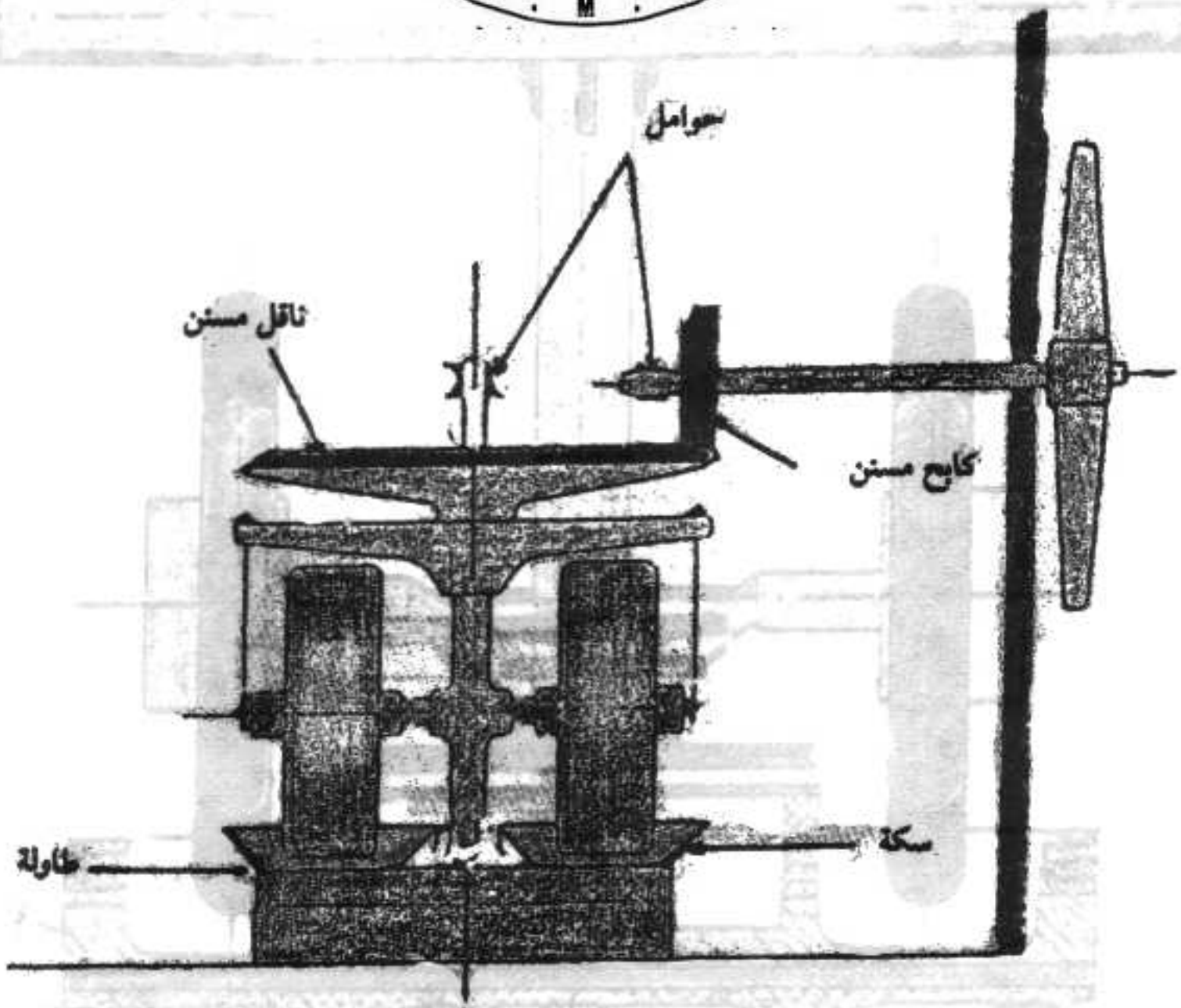
٧ - ديناميت الامان او الديناميت المسموح ، يستخدم في ظروف يكون فيها خطر انفجار او اشتعال الغازات الموجودة في الوسط الذي يتم فيه التفجير خاصة في المناجم .

٨ - ديناميت نترات النشا ، تستبدل النيتروغليسرين او النيتروغليكول بنترات النشا .

٩ - الديناميت العسكري .

١٠ - أنواع اخرى من الديناميت لم يتم تصنيفها ضمن المجموعات السابقة .

وسوف نورد جداول بتركيبات ومواصفات هذه المركبات .

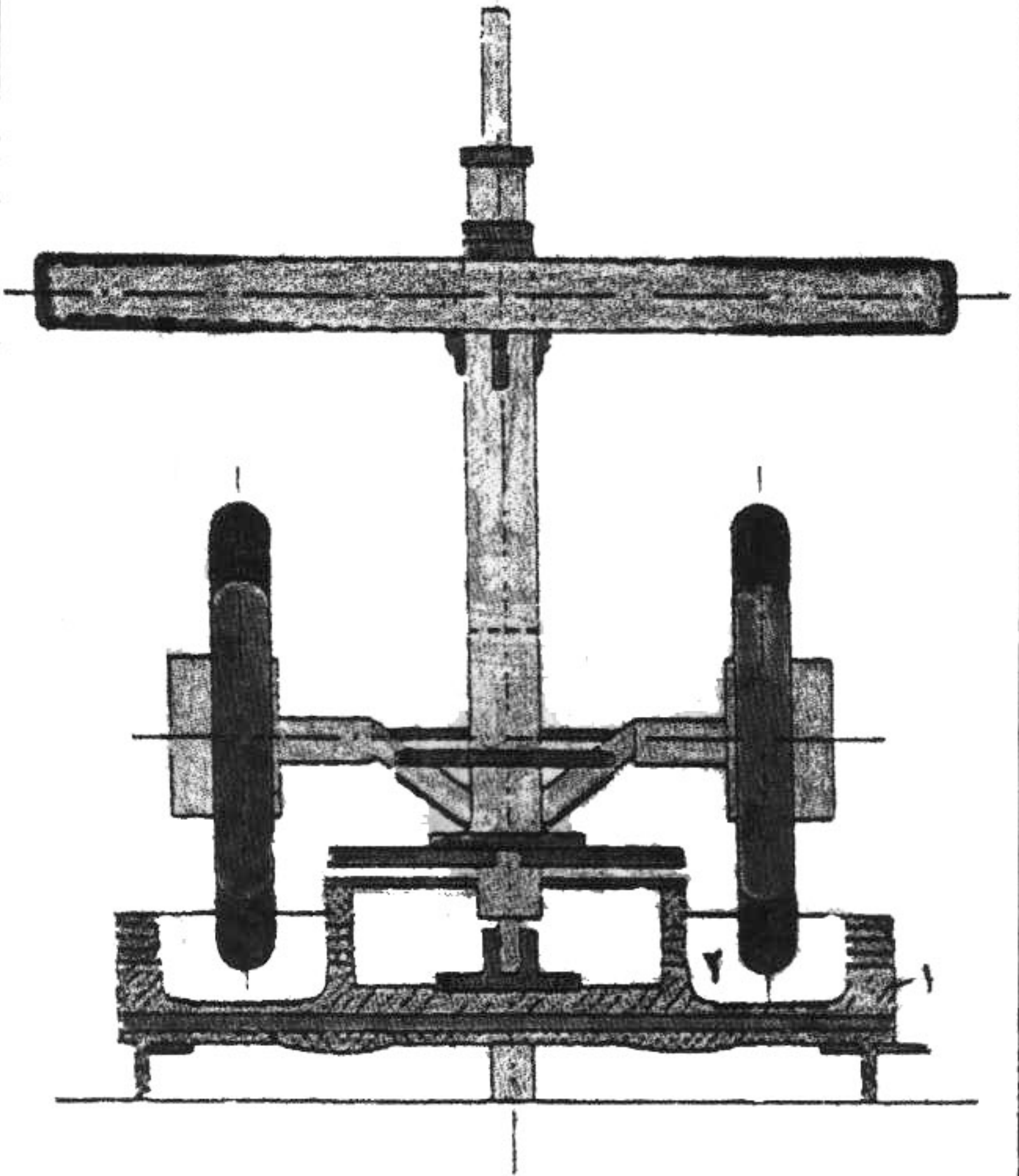


الشكل (١-٢)

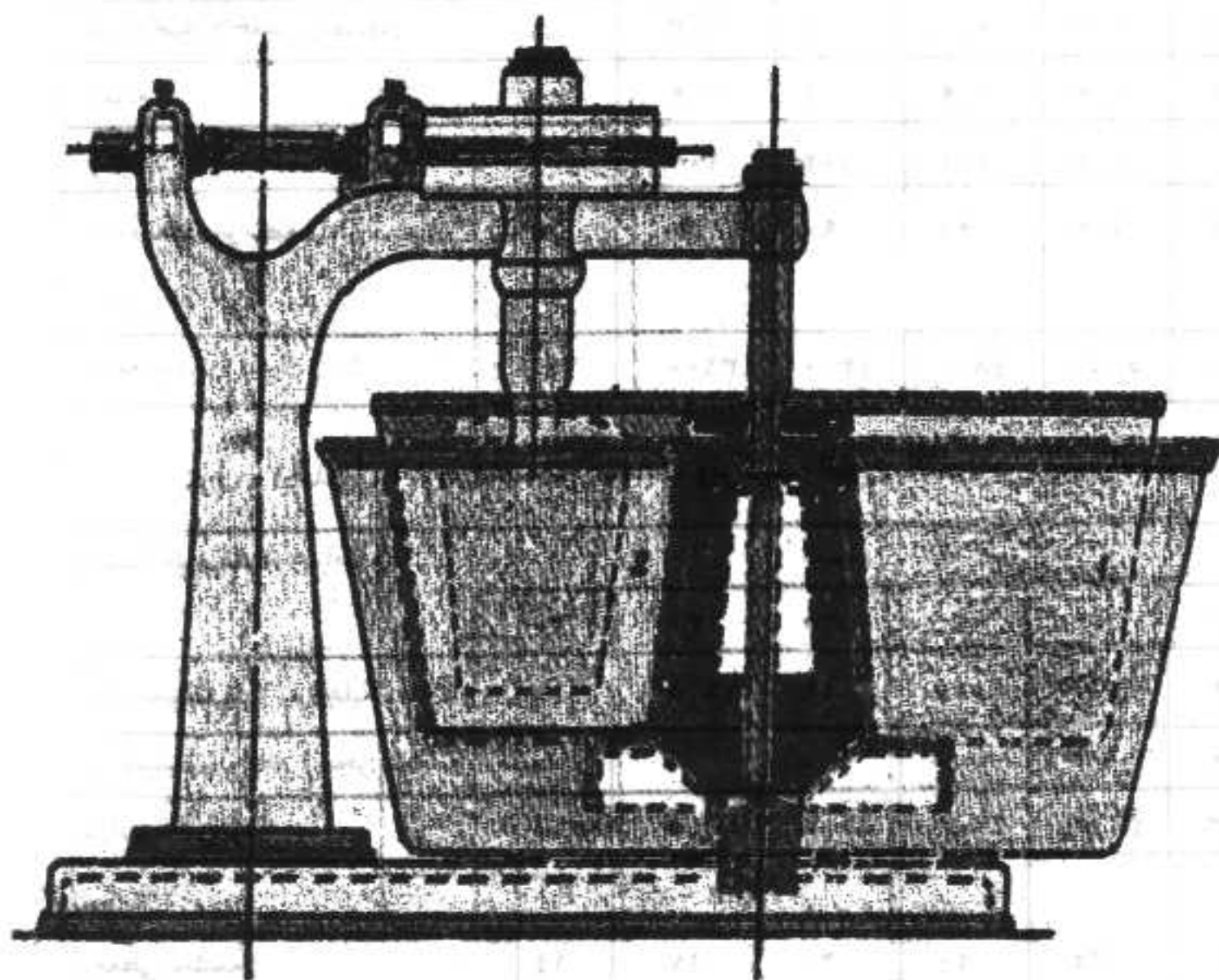
محلاط مستخدم في تحضير المتفجرات غير الجيلاتينية

نسخة منسوخة من كتاب: ٢ - ١ - ٢

نسخة منسوخة من كتاب: ٢ - ١ - ٢



الشكل ١ - ٢ مخطط لمخلوط لانتاج الديناميت
 ١ - مجرى من الخشب ٢ - قعر من المطاط ٣ - درفيل من الايونات



عجانة الجيلاتين والديناميت الفرنسية

الشكل

الجدول (١ - ٣): مواصفات وتركيب الديناميت المستقيم

القوة %					النسبة المئوية للمادة ومواصفاتها:
٦٠	٥٠	٤٠	٣٠	٢٠	
٢٣,٦	٣٤,٤	٣٩	٢٩	٢٠,٢	النيتروغليسرين
١٨,٣	١٤,٦	٤٥,٥	٥٣,٣	٥٢,٢	نترات الصوديوم
١٨,٢	١٤,٦	١٣,٨	١٣,٧	١٥,٤	مادة كربونية قابلة للاشتعال
-	-	-	٢	٢,٩	كبريت
١,٢	١,١	٠,٨	١	١,٣	مواد ماصة للحمض (مضادة)
١,٢	٠,٩	٠,٩	١	٠,٩	رطوبة
١٠,٦	١٠,٤	١٠,٤	١٠,٢	١٠,٢	الكثافة
١١٤	١٠٣	٩٥	٩٠	٨٣	قوة الانفجار بواسطة البندول نسبة
					التي . ان . تي
٥٩٠٠	٥١٥٠	٤٨٠٠	٤٣٠٠	٣٦٠٠	سرعة موجة الانفجار م / ث

الجدول (١ - ٤): مواصفات وتركيب النوع الثاني من الديناميت:

القوة %						النسبة المئوية للمادة ومواصفاتها:
٦٠	٥٠	٤٠	٣٥	٣٠	٢٥	
٢٦,٩٣	٢٤,٥	٢٢	١٩	١٦,٥	١٥	نيتروغليسرين / نيتروغليكول ١٠ / ٩٠
٠,٠٧	-	-	-	-	-	نيتروسليلوز او قطن متفجر
٣١,٣	٤٢,٥	٤٩,٣	٥١,٥	٥٥,٥	٦٠	نترات الصوديوم
						نترات الامونيوم
٣٠	٢٥	٢٠	٢٠	١٧	١٤	(مغطى بالشمع)
-	١	٢	٣	٤,٥	٤,٥	كبريت
٠,٥	١	١	١	١	١	مسحوق رخام او مرمر
						لب خشب ذو قدرة
-	٢	١,٥	١	-	١,٥	ضعيفة للامتصاص
						لب خشب ذو قدرة
٤,٢	٤	٣,٥	٣,٥	-	-	عالية للامتصاص
-	-	٠,٧	١,٥	٥,٥	٤	قشرة بلدر الشوفان
٤٥٠٠	٤٠٠٠	-	-	-	-	سرعة موجة الانفجار

الجدول (١ - ٥): مواصفات وتركيب الديناميت الجيلاتيني (امريكي) : (١ - ٢ - ٣)

النسبة المئوية للمادة ومواصفاتها:	القوة %						
	١٠	٢٠	٤٠	٥٠	٦٠	٨٠	١٠٠
نيتروغليسرين	٢٠,٢	٢٥,٤	٣٢	٤٠,١	٤٩,٦	٦٥,٤	٩١
نترات الصوديوم	٦٠,٣	٥٦,٤	٥١,٨	٤٥,٦	٣٨,٩	١٩,٥	-
نيتروسليلوز مذاب	٠,٤	٠,٥	٠,٧	٠,٨	١,٢	٢,٦	٧,٩
مادة كربونية قابلة للاشتعال	٨,٥	٩,٤	١١,٢	١٠	٨,٣	١٠,١	-
كبريت	٨,٢	٦,١	٢,٢	١,٣	-	-	-
مواد مضادة للاحماض (ماسة)	١,٥	١,٢	١,٢	١,٢	١,١	١,٧	٠,٩
رطوبة	٠,٩	١	٠,٩	١	٠,٩	٠,٧	٠,٢
قوة الانفجار مقارنة % تي. ان. تي	٧٠	٧٨	٨٦	٩٣	١٠١	١١٢	١٤٣
سرعة موجة الانفجار م/ث	٤٠٠٠	٤٦٠٠	٥١٥٠	٥٦٠٠	٦٢٠٠	-	٧٤٠٠

الجدول (١ - ٦): تركيب ومواصفات الديناميت الجيلاتيني (سويسري والماني)

النسبة المئوية للمادة ومواصفاتها:	التصنيف		
	رقم (١)	رقم (٢)	رقم (٣)
نيتروغليسرين (او مضافا اليها نيتروغليكول)	٦٢,٥	٤٠	٢٠-١٨
نيتروسليلوز	٢,٥	-	-
تي. ان. تي + دي. ان. تي	٨	٦	٤-٢
نترات الصوديوم	-	١٠	١٢
بيركلورات البوتاسيوم	-	٤٤	-
كلوريد قلوي	-	-	١١
تبادل الاوكسجين الى CO2 %	٤,٤٩	٧	١١
الكثافة	١,٥٥	١,٦	١,٨
التمدد في قالب الرصاص سم ٣	٤٠٠	٢٩٠	٢٥٠
حجم التدمير في قالب الرصاص ملم	٢٠	٦٨	١٨
سرعة موجة الانفجار	٧٠٠٠	٦٥٠٠	٦٥٠٠
كمية حرارة الانفجار كيلو سعر / (كلغ)	١٢٣٥	١٠٣٠	٨٠٠
درجة حرارة الانفجار (م)	٢٥٥٠	٢٨٠٠	٢٦٥٠

(١ - ٦ - ج) : المتفجرات الضعيفة :

ان هذه المواد قابلة للاشتعال اكثر من الانفجار. لهذا السبب فهي غير ملائمة لأعمال النسف والتدمير تستخدم في كسر الصخور لكونها تتمتع بخاصية الاشتعال السريع او التفرع وتكوين كمية كبيرة من الغازات تؤدي بسبب ضغطها ودرجة حرارتها العاليتين الى تفتت الصخور الى قطع كبيرة.

واما استعمالها الرئيسي فيكون كحشوات دافعة. كما انه يمكن تفريغ الذخيرة منها واستعمالها في تحضير قنابل شعبية بتعبئتها في أنابيب رصاصية او نحاسية.

والمادتان الرئيسيتان لهذه المتفجرات هما البارود الاسود والبارود اللادخاني.

١ - البارود الاسود :

يعود اكتشافه الى الصينيين القدماء ثم استخدمه اليونانيون في الحروب فالعرب الذين نقلوه الى أوروبا.

هو عبارة عن خليط بنسبة ١٠٪ فحم نباتي + ١٥٪ كبريت + ٧٥٪ نترات البوتاسيوم. ويتم تصنيعه بشكل حبيبات او اقراص، وسرعة الاشتعال تعتمد على حجم الحبيبات. يستخدم في تفتت الصخور وتكسيرها وفي مناجم الفحم والالعب النارية ولتحضير فتائل الامان البطيء والسريع.

انه يمتص الرطوبة لذلك يجب عزله عن الجو باستعمال اوراق مشبعة بالشمع ويفضل أيضا استعماله بشكل اقراص، وهو حساس جدًا للشرارة او اللهب، ولا يجب تخزينه مطلقا مع المتفجرات القوية ويمكن اشعاله بواسطة فتيل أو مشعل كهربائي او عادي.

٢ - البارود اللادخاني :

تستعمل هذه المادة كحشوات دافعة. واسمها لا يدل عليه، حيث انها تعطي دخاناً لدى الاشتعال وللحصول على هذه المادة تذاب مادة النيترو سيليلوز في مذيب، ولا يهم اذا اضيف اليها النيترو غليسرين او لم يضاف. وتصنع بشكل صفائح رقيقة او عصي او حبيبات او بشكل اسطواني مثقوب من الداخل... الخ وبالرغم من أنه لا يذوب في الماء، فإنه قابل لامتصاص الرطوبة من الجو، ولذا يجب الاحتياط بتغليفها جيداً لأن حساسيتها للشعلة اقل من حساسية البارود الاسود، لذا يجب استعمال خليط يجعلها تستعمل فيما لو تمت تعبئتها في القنابل الشعبية.

الفصل الثاني

البوادي وملحقاتها
فتائل الامان والتفجير
المشعلات
الكبولات ومكوناتها
الصواعق ومكوناتها



فتيل الامان او الفتيل البطيء :

وهو عبارة عن فتيل من البارود الاسود الملفوف بعدة طبقات من الغزل القطني والورق المقوى مضافا اليه موادا عازلة للرطوبة كالشمع او القطران ذو سرعة اشتعال معينة - عادة تكون ١٢٠ ثانية لكل متر من الفتيل - هدفه نقل اللهب من المشعل او الكبسولة الى الصاعق او المادة المتفجرة .

ان البارود الاسود المستخدم في الفتيل البطيء يتكون من :

٦٥ - ٧٤ ٪ نترات البوتاسيوم والباقي كبريت + فحم نباتي بنسبة ١ : ٢
حجم الحبيبات ٠,٢٥ - ٠,٧٥ ميليمتر ، وكل متر واحد من الفتيل يحتوي على ٤ - ٥ غرامات من البارود الاسود .

تصنيع الفتيل البطيء :

احدى طرق التصنيع كما في الشكل المرفق (الشكل ٢ - ١) :

نستعمل البارود الاسود ذو التركيب المذكور اعلاه مع ملاحظة انه كلما قلت نسبة النترات فيه كلما كانت كمية الدخان الناتج من اشتعاله اقل ، لذا يفضل البارود الاسود ذو النسبة التالية : ٦٥ ٪ نترات البوتاسيوم KNO_3 ، ٢٤ ٪ كبريت S ، و ١١ ٪ فحم نباتي .
في عملية التصنيع تتم تغذية البارود الاسود عبر انبوب امان الى قالب الغزل من مادة الفولاذ المعالج حراريا او كريبيد التنجستين ، في نفس الوقت الذي تتم فيه عملية تغذية البارود الاسود تدخل الياف القطن لتشكيل الطبقة الاولى حول البارود الاسود مع مراعاة انتظام تساقط حبيبات البارود . بعد ذلك يتم تحرير قوالب ذات اقطار اقل ثم يبدأ لفه بخيوط قماشية تكون عادة من الكتان .

الخطوة التالية تكون باضافة مادة القار المصهور لاعطائه مناعة ضد الماء ويمكن استبدال القار بطبقة من البلاستيك .

قمع في مستودع تخزين امين



الشكل (٢ - ١) مبادئ تصنيع الفتيل البطيء .

عند اشتعال الفتيل البطيء او فتيل الامان، فان الغازات الناتجة من الاشتعال هي ثاني اوكسيد الكربون والنيتروجين بشكل رئيسي مع بعض اول اوكسيد الكربون واكاسيد النيتروجين. وحجم هذه الغازات الناتج يتراوح بين ١٥ - ميليلترا لكل سنتيمتر من الفتيل. وعند الاشتعال فان الحرارة الناتجة عن ذلك تقوم بصهر القار او المادة البلاستيكية، وبذلك تخرج الغازات من بين الخيوط القماشية التي تلف البارود الاسود، وهكذا لا يكون الفتيل بحاجة الى تهوية.

لكل فتيل سرعة اشتعال معينة يتم التعرف عليها عبر لون الفتيل والمواصفات المعطاة له. الا انه بسبب ظروف التخزين والظروف الجوية التي يتعرض لها، يجب فحص الفتيل دائما قبل الاستعمال. ويتم ذلك بقص قطعة الطرف المكشوف الذي هو اكثر تأثرا بهذه الظروف والمتغيرات، ثم نأخذ قطعة جديدة بطول عشرة سنتيمترات ونحدد سرعة اشتعالها.

الفتيل المشعل المقاوم للماء

ان فتيل الامان السابق اذا ما تعرض لضربة قوية او سقط عليه جسم ثقيل، فان الخيوط الواقية له تتفكك عن بعضها في مكان الصدمة او قد يحدث له فرقا مما يجعل الرطوبة او الماء تتسرب الى داخله مما قد يؤدي الى توقف اشتعاله في هذه النقطة لذلك كان من الضروري عمل فتيل اشعال مقاوم للماء لتفادي هذه العوائق. فتم عمل نوعين منها.

١ - الفتيل المشعل البطيء : سرعة اشتعاله (٣٠) ثلاثون ثانية لكل متر.

٢ - الفتيل المشعل السريع : سرعة اشتعاله (٣) ثلاث ثوان لكل متر.

عملية تصنيع الفتيل السريع تتم بتغطيس الورق او الالياف النسيجية في مستحضر من البارود الاسود والنيتروجين وسيليلوز. بعد ذلك يتم تخفيف هذه الخيوط او الاوراق وغمرها عبر مكبس سحب لا عطائها السمك المطلوب وتغطيتها بطبقة من مستحضر حارق بلاستيكي. واخيرا يغلف هذا الفتيل بطبقة بلاستيكية من مادة البولي ايثيلين.

ويكون القطر النهائي للفتيل ٥،٢ ميليمترا. بما ان كافة المواد التي تدخل في تركيب هذا الفتيل قابلة للاشتعال والاحتراق، لذلك فان الغازات الناتجة من اشتعال المواد لا تحتاج الى فتحات تهوية لانها لا تقوم بعمل اي ضغط داخلي في الفتيل.

اما الفتيل المشعل البطيء فانه يدخل في تركيبته نفس المواد الحارقة البلاستيكية التي تدخل في تركيب الفتيل السريع مع الفرق بانها توضع مثبتة على سلك معدني، تكون وظيفة هذا السلك نقل الحرارة من منطقة الاشتعال الى المواد التي لم تشتعل بعد. وهكذا فانها تسيطر على سرعة اشتعال الفتيل. وعادة يكون هذا السلك من النحاس، وفي بعض الحالات يستعمل من الحديد او الالومنيوم. ويتم تغطيته بطبقة من البلاستيك لعزله.

ان المبدأ الاساسي في هذا النوع من الفتائل هي المادة البلاستيكية الحارقة هذه المادة تتكون من النيتروجين وسيليلوز المعالج بمادة الراي بوتيل فثاليث مع مثبتات ومادة مؤكسدة مكونة

من خليط من الرصاص الاحمر ونترات البوتاسيوم او بيركلورات البوتاسيوم . والمادة القابلة للاشتعال هي مادة السيليكون الناعمة .
هذا الخليط ذو مواصفات بلاستيكية حرارية ، لذا يسكب بحذر وهو حار .

الفتيل الصاعق :

هو فتيل صغير القطر يحوي بداخله مادة متفجرة ، وعند تفجيره بواسطة صاعق في نقطة ما فإنه ينقل موجة الانفجار عبره من طرف الى آخر . وهذا يقوم بتفجير عبوات اخرى بشكل فوري لأن سرعة انتشار موجة الانفجار عبره تعادل ٧٠٠٠ متر لكل ثانية .
من اولى المواد المتفجرة التي تم استخدامها في تركيب هذا الفتيل كانت مادة النيترو سيليلوز الجافة او فولمات الزئبق المترابطة بالشمع . الا ان هذه المواد خطيرة جدا وغير منتظمة وحساسة جدا للصدمة والاحتكاك . ثم بعد ذلك تم استعمال مادة ال تي . ان . تي بالطريقة التالية :

يتم صهر هذه المادة وسكبها داخل انبوب من الرصاص ثم يسحب الانبوب والمادة بداخله بواسطة مكبس الى ان يصل قطره الى (٤) ميليمتر ، وهكذا فإن المادة المصهورة تنكسر وتتحول الى حبيبات حساسة للانفجار . إن سرعة موجة التفجير عبره تعادل ٥٠٠٠ متر في الثانية .

وفي عام ١٩٣٠ تم تحضير فتيل متفجر باستعمال مادة البنترايت الشديدة الحساسية للانفجار والمغطاة بخيوط قماشية وطبقة من البلاستيك العازل . ومن مزايا هذا الفتيل انه اكثر ليونة من السابق وسرعة انفجاره اعلى (٧٠٠٠ متر في الثانية) واخف وزنا واقل كلفة في التصنيع . وهذا حل محل الفتائل السابقة .

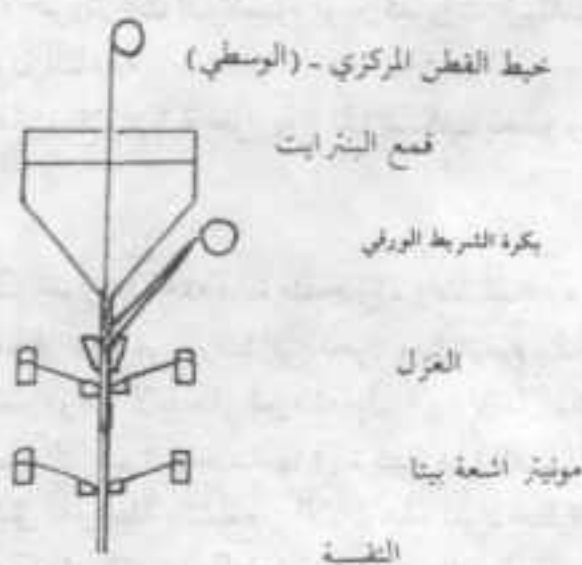
يمكن تصنيعه بطريقتين اما بالطريقة الجافة وإما باستعمال المحاليل . الا ان الطريقة الجافة هي الاكثر شيوعا لكونها اقل كلفة . اما الطريقة الثانية فهي المستخدمة في الولايات المتحدة الامريكية . وسوف نتكلم عن طريقة التصنيع الجافة .

طريقة التصنيع الجافة :

ان مادة البنترايت يجب ان تكون ناعمة جدا ليكون من الممكن التحكم في القطر ويكون انسكابها اسهل . ويتم ذلك عبر الاجراءات الخاصة اثناء عملية تصنيع وترسيب البنترايت .

نشاهد في الشكل ، توضع مادة البنترايت في وعاء بشكل قمع ذو قاعدة مخروطية يؤدي الى فتحة .

الشكل (٢ - ٦)



الى ماكينة التغليف البلاستيكي

يمر عبر وسط الانبوب المتصل بالقمع خيط من القطن ليساعد في دفع البنترايت الى الاسفل. وفي اسفل الفتحة مباشرة يتم تشكيل انبوب من الورق يثنى بشكل دائري داخل قالب تشكيل. هذا الانبوب الورقي يحوي بداخله مادة البنترايت بشكل غير متماسك (رخوة)، ويتم تمريره عبر قالب اخر وفي هذه المرحلة يتم لفه بالخيوط القماشية لاعطائه قوة وصلابة، لا سيما أن هذا القالب الثاني اصغر من الاول. واخيرا يتم تقسيم الفتيل بواسطة قوالب اصغر قطرا ويغطى بهادة البلاستيك.

اثناء عملية التصنيع يجب التأكد من عدم وجود فقاعات هوائية بين جزئيات البنترايت، لان هذه الفقاعات او الفراغات الهوائية قد تمتص موجة الانفجار، فتتوقف عندها. لذلك يتم فحص ذلك بواسطة اشعة بيتا B، بحيث يتم حساب كمية المادة المتفجرة في الفتيل بقياس كمية اشعة بيتا التي امتصتها المادة.

المواد البادئة المستخدمة في صنع البواديء والصواعق :

١ - فولنات الزئبق :

تركيبها الكيميائي $Hg(OCN)_2$. هي مادة صلبة ذات لون رمادي شاحب. لا تذوب في الماء وهي ثابتة على درجات حرارة منخفضة. اما على درجات حرارة عالية فانها تبدأ بالتفكك تدريجيا فاقددة مواصفاتها التفجيرية. كثافتها ٤,٤٥ غم/سم^٣. اما سرعة انفجارها عندما يتم ضغطها على كثافة عملية قدرها ٢,٥ غم/سم^٣ هي ٣٦٠٠ م/ث.

عند استعمالها في الصواعق، يفضل ان يضاف اليها كلورات البوتاسيوم بنسبة ١٠ - ٢٠٪ وذلك لزيادة نسبة الاوكسجين في الخليط.

ان الكثافة العملية لفولنات الزئبق تحت ضغوط مختلفة هي كما في الجدول (٢ - ١):

الضغط كيلوغرام / سم ٢	٢٠٠	٦٦٠	١٣٣٠	٣٣٣٠
الكثافة غرام / سم ٣	٣	٣,٦	٤	٤,٣

تحت ضغط ١٦٦٠ كيلوغرام/سم ٢، فان مادة فولنات الزئبق تشتعل بصعوبة جدًا ولا تنفجر عند الاشتعال الا باستعمال صاعق.

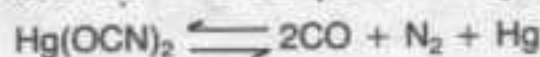
واما على ضغط ٥٠٠ كلغم/سم ٢، فهناك نسبة ٣٪ فانه لا ينفجر عند الاشتعال، وكلما زاد الضغط زادت النسبة. لذلك يستعمل في الصواعق على ضغط ٢٥٠ - ٣٥٠ كلغم/سم ٢.

ان سرعة موجة الانفجار الناتجة عن فولنات الزئبق تعتمد على الكثافة. وحسب باتري فانه حصل على المعلومات التالية الواردة في الجدول (٢ - ٢).

حجم الانبوب الموجودة فيه مادة الفولنات (مليمتر)	٩	٩	١٣	١٣	١٣	٧,٥
كثافة التعبئة	٠,٨٥	١,٢٥	١	١,٣٥	١,٤٥	١,٤٥
سرعة موجة الانفجار	٢٢٧٠	٢٧٠٠	٢٥٠٠	٣٠٠٠	٣٣٠٠	٢٧٠٠

وحسب معلومات اخرى فاذا كانت الكثافة ٣ غم/سم ٣ فان موجة الانفجار ٣٩٧٥ متر/ث ولكثافة ٤,٢ فان سرعة الموجة ٥٤٠٠ متر/ثانية.

عند انفجار هذه المادة فانها تنفكك حسب المعادلة التالية:



وينتج عن انفجار ١ غم منها ٢٣٤ ستمترا مكعبا من الغازات المكونة حسب النسب التالية:

ثاني اوكسيد الكربون CO_2 : ٠,١٥ ٪

اول اوكسيد الكربون CO : ٦٥,٧ ٪

نيتروجين N_2 : ٣٢,٢٥ ٪

زئبق Hg : ١,٩ ٪

والمواصفات الاخرى المحسوبة حسب كاست :

كمية حرارة التكوين : ٢٢١,٥ كيلوسعر / كيلوغرام

كمية حرارة الانفجار : ٣٥٧ كيلوسعر/كيلوغرام

حجم الغازات الناتج : ٣١٦ لتر/كيلوغرام

درجة حرارة الانفجار : ٤٣٥٠ درجة مئوية

الضغط النوعي : ٥٥٣٠ متر

حجم التمدد في قالب : ١١٠ ستيمر مكعب

الرصاص

ان هذه المادة حساسة جدا للصدمة والاحتكاك . وتقل حساسيتها بزيادة نسبة الرطوبة اليها فينسبة ٥٪ من الماء فان الانفجار يكون جزئيا ، اما نسبة ١٠٪ من الماء فانها تنفك دون ان تنفجر واذا كانت النسبة ٣٠٪ فانها لا تنفك بالصدمة . اضافة الى الماء فإن الشمع والبارافين والزيت والجليسيرين تقلل من حساسيتها للصدمة والاحتكاك . وقد تم استخدامها في النمسا لعمل فتيل متفجر من هذه المادة المخلوطة مع شمع البارافين بنسبة ٢٠٪ من الشمع .

خواصها التسممية :

انها مادة سامة اذا ما دخلت عن طريق الفم شأنها شأن بقية مركبات الزئبق اما عن طريق الجلد فانها اقل لكونها غير قابلة للذوبان في الماء . وحوادث التسمم التي تحدث للعمال فانها تكون في المراحل الاولى من التصنيع لدى استعمال مادة الزئبق نفسها .

طرق التصنيع :

يمكن تصنيفها الى ثلاث مجموعات :

- ١ - طرق تصنيع تستعمل الزئبق البارد مضافا الى حامض النتريك .
- ٢ - طرق تصنيع تستعمل الزئبق الدافئ مضافا الى حامض النتريك .
- ٣ - طرق تصنيع تستعمل مواد تبيض تضاف الى المواد الاولية المكونة من الزئبق وحامض النتريك والكحول الايثيلي .

اما اجراءات الامان التي تتبع اثناء عملية التصنيع فهي التحكم عن بعد وعدم استعمال مقاعلات او ابي اجزاء معدنية لكون المعادن تتفاعل مع الزئبق اضافة الى انها تولد احتكاكا وشرارا يتسبب في انفجارها وعدم تحضير كميات كبيرة مرة واحدة .
وهنا نذكر بعض طرق التصنيع انطلاقا من القديمة الى الاحداث :

١ - طريقة شيفالير :

يتم اذابة ٣٠٠ غرام من الزئبق النقي في ٣٠٠٠ غرام من حامض النتريك المبرد (وتركيز ٥٤٪ وكثافة ١,٣٤ غم/سم^٣) . ثم يضاف هذا المحلول في دورق زجاجي يحوي

على كمية ١٩٠٠ غرام من الكحول الايثيلي بتركيز ٩٠٪. وبعد دقائق قليلة يبدأ تفاعل عنيف وترسب بلورات فولنات الزئبق. ولاكمال هذه التفاعل تضاف اولا كمية ٢٣٨ غراما من الكحول وبعدها كمية اخرى من الكحول مقدارها ١٥٨ غراما. بعد ذلك يتم ترشيح المحلول على قطعة من القماش وتغسل البلورات تدريجيا بالماء للتخلص من بقايا الحامض.

باستعمال هذه الطريقة نحصل على ١١٨ - ١٢٨ غراما من الفولنات لكل ١٠٠ غراما من الزئبق. اي بكفاءة ٨٣ - ٩٠٪ من الكمية النظرية. يجب عدم استعمال كميات كبيرة من الكحول لانها قد تؤدي الى اعطاء فولنات غير نقية وملوثة بمواد ثنائية.

٢ - طريقة شانديلون Chandon :

يتم اذابة جزء من الزئبق في عشرة اجزاء من حامض النتريك تركيز ٦٥٪ وكثافة ١,٤٠ مع التسخين الخفيف الى درجة ٥٥° مئوية. ثم يضاف المحلول الناتج بأكمله الى مضاعف يكون حجمه ليس اقل من نسبة (٦) اضعاف حجم المحلول بأكمله، ويحوي بداخله ٨٩ جزءا من الكحول الايثيلي بتركيز ٨٧٪. وفي اعلى هذا المضاعف توجد فتحة تهوية تخرج منها غازات وتمر عبر مكثف (برج تبريد) لتكثيفها.

يبدأ التفاعل بعد خمس عشرة دقيقة وينتقل المحلول الى الغليان وتخرج غازات بيضاء اللون. وللتخفيف من حدة عنف التفاعل يضاف محلول بارد من الكحول مع مراعاة عدم اضافة كمية كبيرة منه.

ان بلورات الفولنات الناتجة من هذا التفاعل ترسب بشكل إبر ذات لون رمادي. يترك المضاعف لفترة نصف ساعة وبعد انتهاء التفاعل يتم تبريد المضاعف. بعد ذلك تضاف كمية ١ - ٢ لتر من الماء بداخله ثم يزاح المحلول من داخله من الاعلى الى ان تبقى البلورات لوحدها التي تنقل بعد ذلك الى فلتر من القماش وتغسل بالماء المقطر حتى يتم التخلص من بقايا الحامض.

تسكب البلورات فوق منخل من الحرير ذو فتحات قياسها ١٠٠ ميتش لكل سنتيمتر مربع، فتسقط البلورات الصغيرة الحجم، وتبقى البلورات كبيرة الحجم فوق المنخل. توضع البلورات الكبيرة في الماء ويتم تكسيدها ثم تعاد العملية بازاحة الماء والغريلة وهكذا. عبر هذه الطريقة نحصل على ١٢٥ جزء وزن من فولنات لكل ١٠٠ جزء وزن من الزئبق اي بكفاءة تفاعل ٨٨٪.

الغازات التي تتكثف عبر برج التهوية المبردة هي نترات الايثيل او نترات الايثيل والاسيتلدهايد والكحول الذي لم يتفاعل. وهي غازات ضارة جدًا بالصحة، لذلك يجب اتخاذ الاحتياطات في التعامل معها باستعمال الكمامات وعدم لمسها مباشرة ووضعها في أوعية محكمة الاغلاق.

٣ - طريقة سولونينا Solonina :

هناك طريقتان استخدمهما سولونينا للحصول على فويلنات الزئبق :

أ - للحصول على بلورات بيضاء اللون :

تذاب كمية ٥٠٠ غرام من الزئبق في ٤٥٠٠ غرام من حامض النريك (٦٢٪) وكثافة ١,٣٨٣ غراما/سم^٣.

تذاب كمية ٥ غرام من النحاس في ٥ غرامات من حامض الكلوريدريك بتركيز (٢٣٪ وكثافة ١,١١٥ غم/سم^٣) وتضاف الى كمية ٥٠٠٠ ميليمتر من الكحول الايثيلي بتركيز ٩٢ - ٩٥٪، ثم يضاف هذا المحلول الناتج على درجة حرارة ٤٥° مئوية الى المحلول الاول الذي تم تسخينه مسبقا الى درجة حرارة ٥٠° - ٥٦° مئوية وهكذا يتم التفاعل ونحصل على بلورات من فويلنات الزئبق بيضاء اللون.

ب - للحصول على بلورات رمادية اللون :

تذاب كمية ٤٠٠ غرام من الزئبق في ٤٢٠٠ غرام من حامض النيتريك (٦٢٪) ويسخن المحلول الى درجة حرارة ٥٠° - ٥٦° مئوية ثم يضاف اليها كمية ٤٠٠٠ سم^٣ من الكحول الايثيلي على درجة حرارة ٤٠° م الى ان يتم التفاعل. ونحصل على بلورات من فويلنات الزئبق رمادي اللون.

٤ - واخيرا طريقة كاست التي يستخدم فيها ١٥٠ غراما من الزئبق في ١٠٧٢ غراما من حامض النيتريك بتركيز ٦٥٪ وكثافة ١,٤٠ وتضاف اليها كمية ١٥٠٠ ميليمتر من الكحول بتركيز ٧٩,٥٪.

ازيد الرصاص : Pb(NO)₂

لقد تم اكتشاف ازيد الرصاص من قبل كورتبوس عام ١٨٩١.

ازيد الرصاص مادة صلبة بلورية بيضاء. لا يذوب في الماء البارد ويتمتع بثباتية جيدة عند التخزين حساس جدا للصدمة والاحتكاك، ولكنه اقل حساسية من فويلنات الزئبق للهب. سرعة انفجاره على كثافة ٣,٨ غم/سم^٣ هي ٤٥٠٠ متر في الثانية ان بلوراته ذات شكلين: الاول نوع الفا (α) بمعنى الشكل والثاني نوع بيتا (β) احادي الانحناء، وكثافتهما ٤,٧١ و ٤,٩٣ على التوالي:

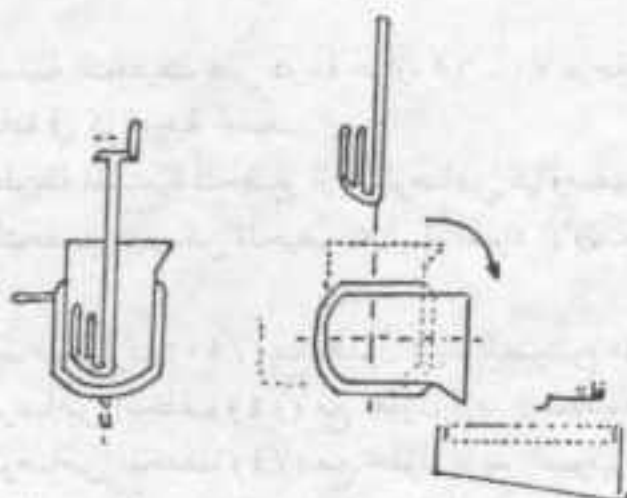
في جو من الرطوبة فانه يتفاعل مع بعض المعادن ليعطي ازيدات حساسة جدا وخطرة خاصة مع النحاس، لذلك لا يجب ألا يعبأ في صواعق ذات غلاف نحاسي. ان انفجاره اقوى من انفجار فويلنات الزئبق، لذلك فهو اكثر فعالية منه، وبناء عليه وعلى ثباتيته في التخزين ومقاومته اكثر للحرارة، فقد حل محل فويلنات الزئبق في الصواعق.

كما ذكرنا، فإنه لا يذوب في الماء، ولكنه يذوب في خليط من الماء ومحلول مركز من نترات الصوديوم أو خلاط الصوديوم أو خلاط الامونيوم. وترتفع درجة ذوبانه بارتفاع الحرارة.

يتفكك في وجود حامض الخليك. ويذوب في امين الايثانول. عند تعرضه لضوء الشمس المباشر، فإن الطبقة التي تعرضت للضوء تتحول الى اللون الاصفر وتحمي ما تحته من التفكك وخاصة بتأثير الأشعة فوق البنفسجية وإذا كانت الأشعاعات فوق البنفسجية كثيفة فقد يتحول هذا التفكك البطيء الى انفجار. ثباتته للحرارة عالية جدا فعلى درجة حرارة ٧٥ درجة مئوية يفقد فقط ٠,٨ ٪ من وزنه خلال الاربعة ايام الاولى وبعد ذلك يفقد بين ٠,٠٣ - ٠,٠٥ ٪ من وزنه كل اسبوع. وعلى درجة حرارة ١١٥ درجة مئوية وفي الظلام فإنه يفقد شيئا من وزنه في الاربع والعشرين ساعة الاولى الى ان تصل درجة الحرارة الى ١٧٠ درجة مئوية، عندها يبدأ بالتفكك بشكل بطيء. وعلى درجة حرارة ٢٠٠ درجة مئوية فإن التفكك يزداد بسرعة من ساعات الى دقائق.

من مواصفاته ايضا انه قد يتفجر عند التبلور، لذلك يضاف اليه الديكسترين (مادة نشوية) لتخفيف حساسيته ومنع تكون بلورات كبيرة الحجم. حساسيته لا تقل بزيادة الرطوبة. وقد ثبت انها تنفجر حتى ولو كانت في الماء، ونسبة ٣٠ ٪ من وزنه. عند انفجار ازيد الرصاص فإنه يعطي على كثافته ٤ غم / سم^٣ درجة حرارة ٥٣٠٠ درجة مئوية. والمواد الناجمة من الانفجار هي ١٠,٣ جزئ / كلغم من غاز الفيروجين و ٣,٤ جزئ / كلغم من الرصاص. وسوف نضع جدولاً لاحقاً بكافة مواصفات المواد البادئة الفيزيائية والتفجيرية.

(الشكل ٢ - ٣)



رسم يوضح تصميم وعمل مفاعل لتحضير ازيد الرصاص و مواد بادئة أخرى مثل استيفانات الرصاص وبيكرات الرصاص النيترازين.

لتحضير ازيد الرصاص ننتقل من مادة ازيد الصوديوم الشائبة ، ومادة خلاات الرصاص او نترات الرصاص .

ان الكميات التي يتم تحضيرها يجب ان تكون قليلة في كل تفاعل ، بحيث لا تزيد عن الخمسة كيلوغرامات في كل وجبة .

يستعمل لهذا الغرض مفاعل من مادة الحديد غير القابل للصدأ ، مفتوح من الاعلى بداخله محرك ويحيط به قميص تسخين بواسطة الماء الحار . وعند الانتهاء من التفاعل يتم اخراج المحرك ، وقلب المفاعل الى الاسفل باتجاه فلتر الترشيح (انظر الشكل (٢ - ٣) اعلاه) .

طريقة التحضير كما يلي :

يتم اذابة ٤,٥ كيلوغرام من مادة نترات الرصاص للحصول على محلول بتركيز ٩ - ١٠٪ ويوضع هذا المحلول في المفاعل ويتم التسخين الى ان تصل درجة الحرارة الى ٥٠ درجة مئوية ، ويضاف اليها هيدروكسيد الصوديوم حتى تصل درجة الحموضة (pH) الى اربعة (باستعمال الكاشف الميثيل البرتقالي) . ثم تضاف كمية ١٥٠ غراما من مادة نشأ الديكسترين مثل الرمل ... الخ) .

الخطوة الثانية اضافة محلول ازيد الرصاص القاعدي بتركيز ٢,٧ - ٣٪ بحيث تكون الكمية الاجمالية لازيد الرصاص في المحلول هي ١٠,٥ كيلوغرام .

يستمر التفاعل لمدة ساعة على درجة حرارة ٥٠ درجة مئوية . ويوقف التحريك بعد ان يكون المحلولان قد امتزجا تماما .

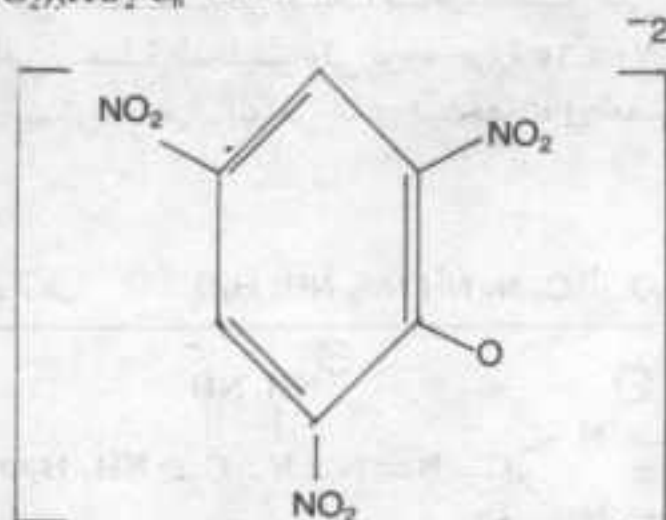
وبعد ان يترسب ازيد الرصاص ، نزيح السوائل من الاعلى ، وتسكب المادة فوق فلتر من القماش ويغسل بواسطة الماء المستمر الى ان يتم التخلص من بقايا المواد الاولية والمحاليل .

واخيرا تتم عملية التجفيف على درجة حرارة ٦٥ - ٧٠ درجة مئوية ، بحيث نوضع ١,٢ كيلوغرام من المادة في كل وجبة تجفيف .

وهناك ايضا الطريقة المستمرة لتحضير ازيد الرصاص كما وصفها مايسنر . وخلاصة لما ذكرناه حول طرق التحضير ، يمكن تلخيص محاليل المواد الاولية الداخلة في التفاعل بالشكل التالي :

- أ - محلول خلاات الرصاص المركز (١٠٪) مع محلول ازيد الصوديوم المخفف (٤٪)
- ب - محلول خلاات الرصاص المخفف (٤٪) مع محلول ازيد الصوديوم المركز (١٠٪)
- ج - محلول خلاات الرصاص المخفف (٤٪) مع محلول ازيد الصوديوم المخفف (٢٪)
- د - محلول خلاات الرصاص المركز جدا (٢٥٪) مع محلول ازيد الصوديوم المركز (١٠٪) .
- هـ - محلول نترات الرصاص المركز جدا (٢٥٪) مع محلول ازيد الصوديوم (١٠٪) بوجود مادة الجيلاتين بدلا من الديكسترين .

استيفات الرصاص (NO₂)₃HO₂ C₆ Lead 2, 4, 6 Trinitroresorcinate



او ثالث نايترو الريزورسينات
الرصاص

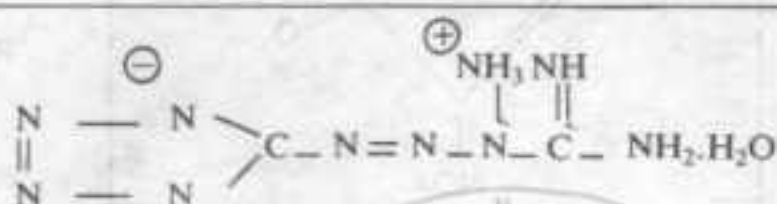
أو التركيب التالي
Pb⁺² . H₂O

مادة تشتعل بسرعة، وقوة انفجارها ضعيفة، لذلك تستعمل مع ازيد الرصاص لكي تنقل اليها الشعلة ولتحميها من ثاني اوكسيد الكربون الجوي. وهي حساسة جدا للاحتكاك والصدمة والشحنات الكهربائية الساكنة واللهب. سرعة انتشار موجة الانفجار فيها على كثافة ضغط ٢,٦ غرام لكل سم ٣ هي ٤٩٠٠ متر في الثانية الواحدة.

تحضير استيفات الرصاص :

الخطوة الاولى في تحضير هذه المادة هي تحضير استيفات المغنسيوم كما يلي :
تذاب جزئيا كمية ١٢٠ كيلوغرام من ثالث نايترو الريزورسينول في ٣٥٠ لترا من الماء ثم يضاف هذا المحلول الى ٢٠ كيلوغرام من اوكسيد المغنسيوم. فيبدأ التفاعل وترتفع درجة الحرارة فورا. ولكن يجب زيادة التسخين الى ان تصل درجة الحرارة الى ٦٠ مئوية. وبعد ذلك يتم ترشيح هذا المحلول الناتج عبر قطعة من القماش بعد تخفيفه بالماء الى ان تصبح الكثافة النوعية ١,٠٤٣ بيريلىو (Be). وتنقل المادة الى وعاء تكرير حيث تترك لترقد فترة عشر ساعات وتصل درجة الحرارة الى ٢٥ - ٣٠ م. من محلول استيفات المغنسيوم هذا نأخذ كمية ٨٦,٤ لترا ونسخنها الى حرارة ٦٠ مئوية مع التحريك ثم نضيف اليها ٢٢,٧ لترا من محلول نترات الرصاص بتركيز ٣٤٪ وكثافة نوعية ١,٢٧٤ (Be^{٣١}). عملية الاضافة هذه تستغرق من ٢٠ - ٣٠ دقيقة باستمرار التحريك وتثبيت الحرارة على ٦٠ مئوية. عندما تنتهي من عملية الاضافة ويختل المحلولان جيدا يتم تبريد محتويات المفاعل وبسرعة الى ٢٥ درجة مئوية وعندها نوقف التحريك ونترك بلورات استيفات الرصاص ترسب. بعدها نزيح المحلول من الاعلى، ونغسل حبيبات استيفات الرصاص بالماء خارج المفاعل وننقلها الى فلتر من القماش ليغسل هناك من جديد.

من الكميات التي استخدمناها نحصل على ثنائي كيلوغرامات من استيفانات الرصاص. عملية التجفيف على درجة حرارة ٦٥ - ٧٠ مئوية وبكمية ١,٢ كيلوغرام لكل وجبة. يمكن استعمال المفاعل الذي استخدمناه في تحضير ازيد الرصاص.



تم اكتشاف هذه المادة بواسطة هوفمان وروث عام ١٩١٠. يتم تحضيرها بتفاعل نترت الصوديوم مع كبريتات اونترات الامينوغوانيديين، في وسط حامضي ضعيف (حامض الخليك) على درجة حرارة ٣٠ مئوية.

بلوراته ذات لون اصفر شاحب. لا تذوب في الماء ولا في معظم المذيبات العضوية. ذو كثافة منخفضة ولكن عند ضغطها بالمكس تصل الى ١ غم/سم^٣.

ان مادة التيرازين هي ضعيفة كمادة بادئة لذلك تضاف مع مادة ازيد الرصاص لانها تلتقط اللهب بسرعة. وتستخدم في عمل الكبسولات العسكرية والتجارية. عند اشعالها في الجولا تنفجر، ولكن اذا كانت مضغوطة داخل انبوب معدني فانها تنفجر. ان هذه المادة ثابتة على درجات حرارة عادية، ولغاية ٧٥ مئوية تبدأ بعدها بالتفكك.

يذوب في حامض الكلوريدريك المركز ليعطي هيدروكلورايد التيرازين. يتفكك بفعل هيدروكسيد الصوديوم ليعطي الامونيا وغيرها من المركبات. كمية الحرارة الناتجة عن انفجاره هي ٦٦٣ كيلوسعر / كيلوغرام.

عند استعمالها في الصواعق، يجب عدم تعريضها لضغط اكثر من ٢٠٠ كلغم/سم^٢، بل اقل من ذلك، لانها تجد صعوبة في الاشتعال او الانفجار على هذا الضغط.

طريقة التحضير :

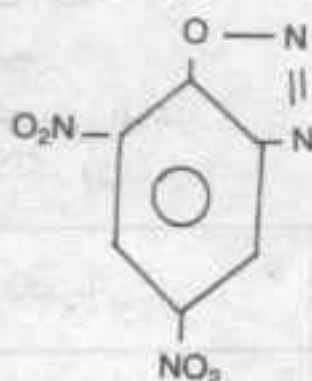
باستطاعتنا استخدام مفاعل بنفس المواصفات المذكورة لمفاعل تحضير ازيد الرصاص نستخدم المحاليل التالية :

نترت الصوديوم بتركيز ٨% وكبريتات الامينوغوانيديين بتركيز ١٢,٥% وحامض الخليك.

يوضع في المفاعل كمية ٥٠ لترا من نترات الصوديوم (تحتوي على ٤ كلغم من NaNO_2). ويتم تسخينها الى درجة حرارة ٥٠ - ٥٥ مئوية. ويضاف اليها بعد ذلك (٤٠ لترا) من كبريتات الامينوغوانيسدين (٥ كلغم) خلال فترة ساعة او ساعتين. حيث ان حجم البلورات الناتجة يعتمد على سرعة الاضافة. فاذا كانت الاضافة سريعة يكون حجم البلورات اقل. كما يمكن اضافة كمية قليلة من الديكسترين لاعطاء حجم منتظم للبلورات المترسبة.

بعد ان تتم عملية الاضافة، نواصل التحريك لمدة ثلاثين دقيقة. ثم نوقف التحريك بعدها. تترسب البلورات في الاسفل، ونزيع سوائل المحلول من الاعلى، ونضيف ما على البلورات ونحركها ثم نوقف التحريك ونزيع الماء. ثم نكب البلورات بواسطة نيا من الماء على فلتر قماشي ونغسلها بالماء ثم نغسلها بالكحول بعد ذلك ليساعدنا في التجفيف، حيث ان الكحول يمنع التصاق البلورات والتحامها ببعضها بعض اثناء التجفيف. عملية التجفيف تتم على درجة حرارة ٤٥ - ٥٥ مئوية. وبنفس طريقة المواد السابقة.

وهناك مواد بادئة اخرى اقل اهمية واستخداما من المواد المذكورة مثل:



- داي ازوداي نايتروفيينول



وهو بشكل مسحوق احمر يميل الى الاصفرار.

وكثافته ١,٦٣ غم/سم^٣

يذوب في الماء جزئيا وفي الميثانول والايثانول كلياً كما يذوب في الاسيتون والنايترو غليسرين والنايترو بوتزين والبيريدين وحامض الخليك. يصبح لونه غامقا بفعل اشعة الشمس المباشرة.

- سادس نترات المانيتول: التيترازين $\text{C}_6\text{H}_8(\text{NO}_2)_6$

مادة عديمة اللون، لا تذوب في الماء.

لكنها تذوب في الاسيتون والايثر والكحول.

يتم تحضيره باذابة المانيتول في حامض النيتريك المركز على درجة حرارة منخفضة ثم يرسب بواسطة حامض الكبريتيك المركز البارد. ويغسل بعد ذلك بمحلول مخفف من البيكربونات فاما ويعاد ترسيبه من الكحول.

الصواعق او القداحات او البوادي :

انها بواديء للعبوات المتفجرة . تتكون من أنبوب اسطواني من النحاس او الالومنيوم او البلاستيك ، يحوي بداخله على مادة متفجرة شديدة الحساسية في اسفله (كالبنترائيت او التيريل او الهكسوجين) ، وفوقها طبقة من المادة البادئة ارجليط من المواد البادئة (مثل فولانات الزئبق او ازيد الرصاص) مع استيفئات الرصاص . وسائل تفجير هذا الصاعق يمكن ان تكون اما كهربائية او لا كهربائية .

أ- الوسائل اللاكهربائية :

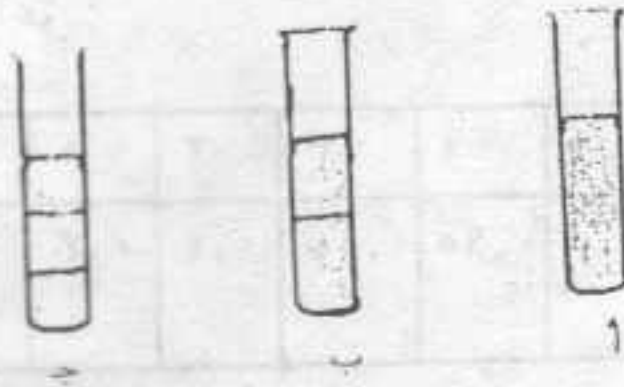
- بواسطة الفتيل البطيء .
- بواسطة الكبسولة الطرقية .
- بواسطة الطرق او الاحتكاك .
- بواسطة اي مصدر لهب اخر (كعمود الثقاب . . الخ) موصولا بفتيل توقيت .

ب- الوسائل الكهربائية :

- بواسطة البطاريات الجافة .
- بواسطة جهاز التفجير .
- بواسطة التيار الكهربائي المباشر .
- بواسطة النظام الالكتروني .

التفجير اللاكهرائي	التفجير الكهربائي
<p>مصدر اللهب</p> <p>كبسولة</p> <p>الفتيل</p> <p>الصاعق</p> <p>يبدأ التفجير</p> <p>المؤقت</p>	<p>تيار او مصدر كهربائي</p> <p>تسخين راس سلك مشعل</p> <p>المشعل</p> <p>الصاعق</p> <p>اشتعال العبوة</p> <p>انفجار العبوة</p> <p>أو الوقود</p> <p>المتفجرة</p>

الشكل (٢ - ٤) نماذج مختلفة لبعض الصواعق



- أ ■ صواعق معبأة بمادة بادئة فقط كمولينات الزئبق.
 ب ■ صواعق معبأة بمادة بادئة في الأعلى ومادة متفجرة في الأسفل.
 ج ■ صواعق معبأة بثلاث طبقات : مادة بادئة في الأعلى ، وطبقتين من المادة المتفجرة تحت ضغوط مختلفة.

الشكل (٦ - ٥)



- أ ■ صاعق مثبت معه قنبل اشعال بطيء

- ج ■ صاعق عادي اصغر حجما

- ب ■ صاعق عادي



سداد من رأس مادة المادة : المادة :

النيوبرين المشعل التوقيت البادئة المتفجرة :

- أ ■ صاعق مع مؤقت - (تصميم يدائي).

- ب ■ صاعق مع مؤقت (تصميم حديث).

الشكل (٢ - ٦) أ

كما ذكرنا في البداية فان الصواعق الاولى التي تم اكتشافها كانت تعتمد على فولنات الزئبق . وبناء على ذلك تم تصنيعها حسب كمية فولنات الزئبق التي يحتويها الصاعق . وبذلك يكون استخدام الصاعق حسب نوع المادة المتفجرة المراد تفجيرها وحساسيتها . وهنا نشاهد جدولاً بهذه الصواعق :

رقم الصاعق	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠
كمية فولنات الزئبق	٠,٣	٠,٤	٠,٥٤	٠,٦٥	٠,٨	١	١,٥	٢	٢,٣	٣
غرام										

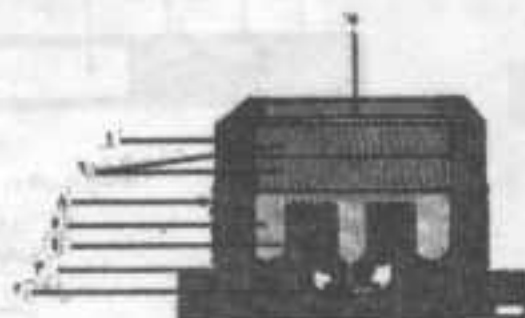
وبعد تطوير هذه الصواعق واستخدام مادة متفجرة بداخلها اضافة الى المادة البادئة اصبح التصنيف كما يلي :

رقم الصاعق	٥	٦	٧	٨
وزن مائة التيريل	٠,٣	٠,٤	٠,٧٥	٠,٩
وزن فولنات الزئبق	٠,٣	٠,٤	٠,٥	٠,٥

وبعد ذلك تم استخدام مادة ازيد الرصاص ، ولأنها قليلة الحساسية للشعلة ، اُضيف اليها مادة استغفات الرصاص ، عادة بنسبة ٢٠٪ استغفات الى ٨٠٪ ازيد الرصاص . وإما ان تخلط هاتان المادتان مع بعضها بعضا او توضعان في طبقتين الطبقة الاولى في الاعلى هي استغفات الرصاص وتحتها مادة الازيد . وهكذا ففي الاتحاد السوفيتي تم عمل الصاعق المسمى تات - ١ (TAT-1) ، تكون تركيبته : ١٢ ، ٠ غرام من التيريل + ٢١ ، ٠ غرام من ازيد الرصاص + ٦ ، ٠ غرام من الاستغفات واخيرا تم ادخال مادة البنترايت ايضا في الصواعق ، وخاصة في قذائف المدفعية نذكر على سبيل المثال بعضها :

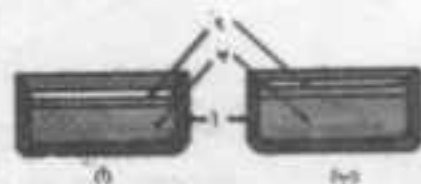
١ - الطبقة السفلى تحتوي على ٣٥ ، ٠ غراما من البنترايت تحت ضغط ١٨٠٠ (كغم / سم^٢) والطبقة الوسطى ٣٥ ، ٠ غراما من البنترايت بدون ضغط . والطبقة العليا للمادة البادئة المكونة من ٣٠ ، ٠ غراما من خليط من ازيد الرصاص بنسبة ٩٢,٥٪ والتيرازين بنسبة ٧,٥٪ تحت ضغط ١١٠٠ - ١٨٠٠ (كغم / سم^٢) .

٢ - الطبقة السفلى مكونة من ٢ ، ٠ غرام من البنترايت (تحت ضغط ٥٠٠ كغم / سم^٢) والطبقة الوسطى ٢ ، ٠ غرام من البنترايت بدون ضغط والطبقة العليا من المادة البادئة بكمية ٤ ، ٠ غرام من خليط ازيد الرصاص بنسبة ٨٠٪ واستغفات الرصاص بنسبة ٢٠٪ تحت ضغط (٥٠٠ كيلوغرام / سم^٢) .



الشكل (٢٠ - ١٩): كرسية مدفع شاركية يدوية ميكانيكية

- ١ - جسم الكرسية المدفع
- ٢ - الكرسية الأمامية
- ٣ - دولاب (دوالي)
- ٤ - مسدود
- ٥ - غلبة المدفع بالبارودة الاسود للفر
- ٦ - المدفع بالبارودة الاسود للكرسي
- ٧ - غطاء الكرسية
- ٨ - دولاب تثبيت الكرسية في قاعدة طرف الإمداد



الشكل (٢٠ - ١٩)

كرسية يدوية

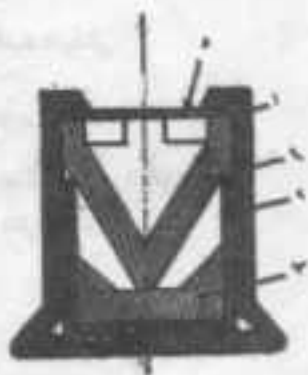
١ - كرسية خلفية الشد

- ١ - الشكل من الطرف، ومضاد من القوس
- ٢ - الشد (مضاد)
- ٣ - الخيط الأمامي



الشكل (٢٢ - ٢١): كرسية نوع لوزج

- ١ - جزء قاعدة طرف الكرسية
- ٢ - الشد
- ٣ - الخيط الأمامي



الشكل ٢١ - ٢٢: كرسية نوع لوزج

- ١ - غلبة الكرسية
- ٢ - طرف الكرسية الشد
- ٣ - الخيط الأمامي
- ٤ - الشد
- ٥ - غطاء الكرسية



الشكل ٢٤ - ٢ الكبسولة الصاعدة

- ١ - الغشوة الأمامية
- ٢ - الغشوة الخلفية
- ٣ - القطب
- ٤ - كبحر نحاسي

الشكل (٢ - ٢٢)

الكبسولة الصاعدة

والكبسولة ذات النمط في القاعدة بالحد الأدنى والحد الأقصى له قطره

(١) الكبسولة ذات النمط في القاعدة بدون قطره وسطحه بقطره من الجهة العليا

(٢) الكبسولة ذات قطره من الجهة العليا ويكون النمط في القاعدة

(٣) كذا في (٤) غير أنها مقصورة من الأسفل حيث يحصل كشافة لرمية في المركز والآخر



الحلقة الأمامية

الزبد الرصاصي

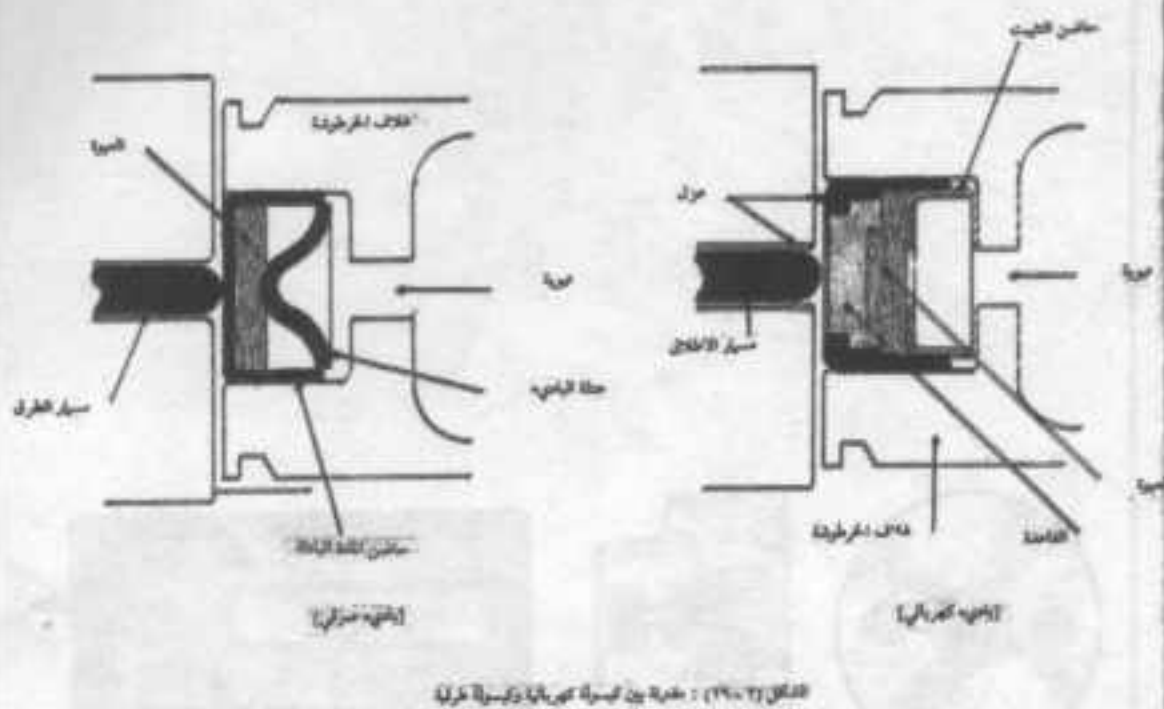
الطرف الثاني ذو القاعدة المقعرة

الطرف الأول

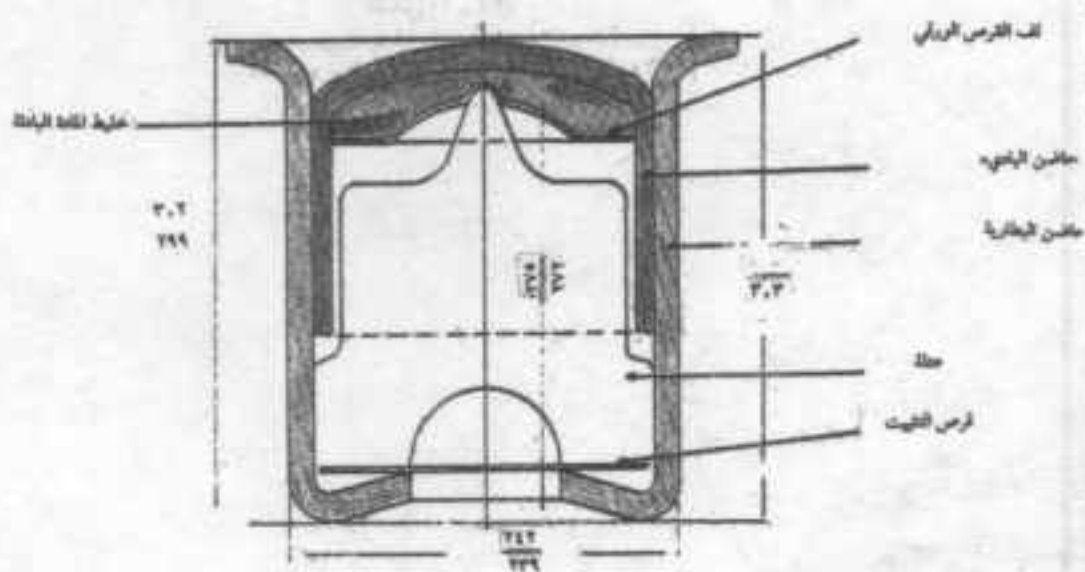
الغشوة الخلفية

الكبسولة الصاعدة المزودة

الشكل (٢ - ٢٤)



الشكل (٢٣ - ٢) : صانع طرقي (٢١ - ٢٢) توليد (١٥) كلف



الشكل (٢٣ - ٢) : صانع يضيء المخرطة م-٢



كبسولة طريقة نوع (م ٣٢)



عمر طوشة اشغال نوع نوع (م ١٥)

الشكل (٢ - ٣٤)
كبسولة وعمر طوشة اشغال للذخائر القاذون عيار ٦٠ ملم

zubeiddah1417@hotmail.com

khadija1417@hotmail.com

ISLAMIC MEDIA CENTER

zubeiddah1417@hotmail.com

khadija1417@hotmail.com

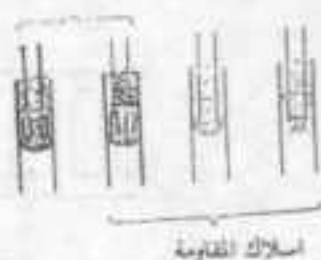
ISLAMIC MEDIA CENTER



الشكل (٢-٨)

صاعق كهربائي

الشكل (٢-٧) مشعلات



أسلاك المقاومة

نوع : ١-٢-٣-٤

النوع مختلفة من المشعلات الكهربائية للصواعق



الشكل (٢-٩) صاعق كهربائي



الشكل (٢-٩)

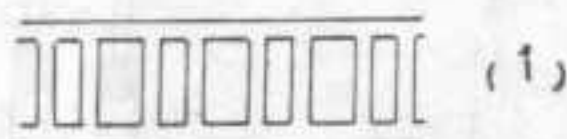
سلك المقاومة

مشعل كهربائي نوع (٢) من الشكل أعلاه

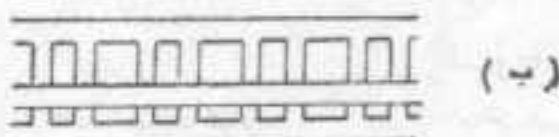


الشكل (٢-١١)

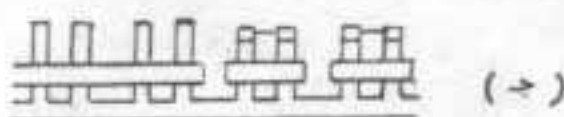
هناك طريقة اخرى لعمل المشعلات الكهربائية للصواعق تتبع حاليا في اوروبا تم اختراعها من قبل العالم شافلر Schaffler نوردتها في الشكل التالي:



(١)



(ب)



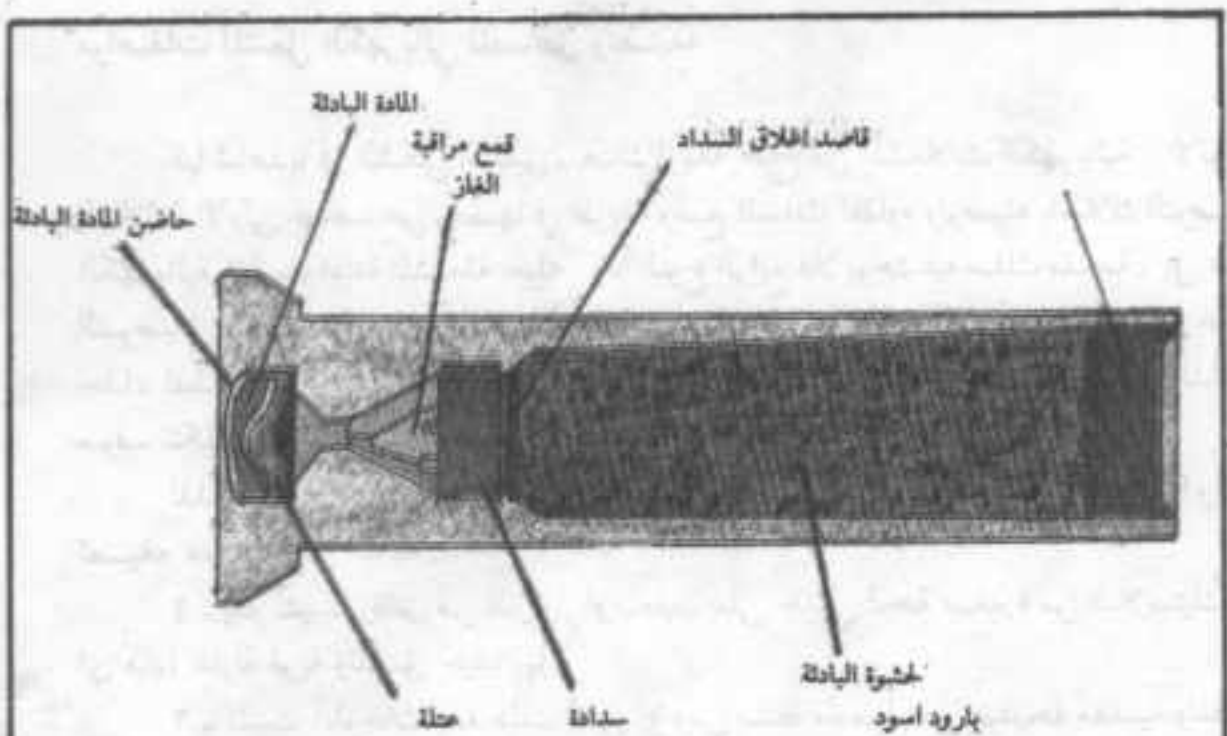
(ج)

الشكل (٢ - ١٤)

وفيها يتم في البداية تشكيل رقيقة معدنية بالشكل (أ) ثم يثبت عليها شريط من البلاستيك كما في الشكل (ب)، وبعد ذلك يتم تقطيع الصفيحة والشريط للحصول على الشكل (ج). وتثنى رؤوس النهايات المعدنية، ونضع بين كل نهايتي سلك مقاومة ونضغطها عليه للتثبيت (الشكل ج). وهكذا نصل الى مرحلة التغطيس في محلول المادة المشتعلة ومن ثم التجفيف فالتقطيع الى المشعلات الفردية. واخيرا يتم فحص الدائرة الكهربائية لكل مشعل.

ان المواصفات وخواص المشعل الكهربائي تعتمد على نوع سلك المقاومة المشعل وقياساته وعلى المادة المشتعلة وتركيبها.

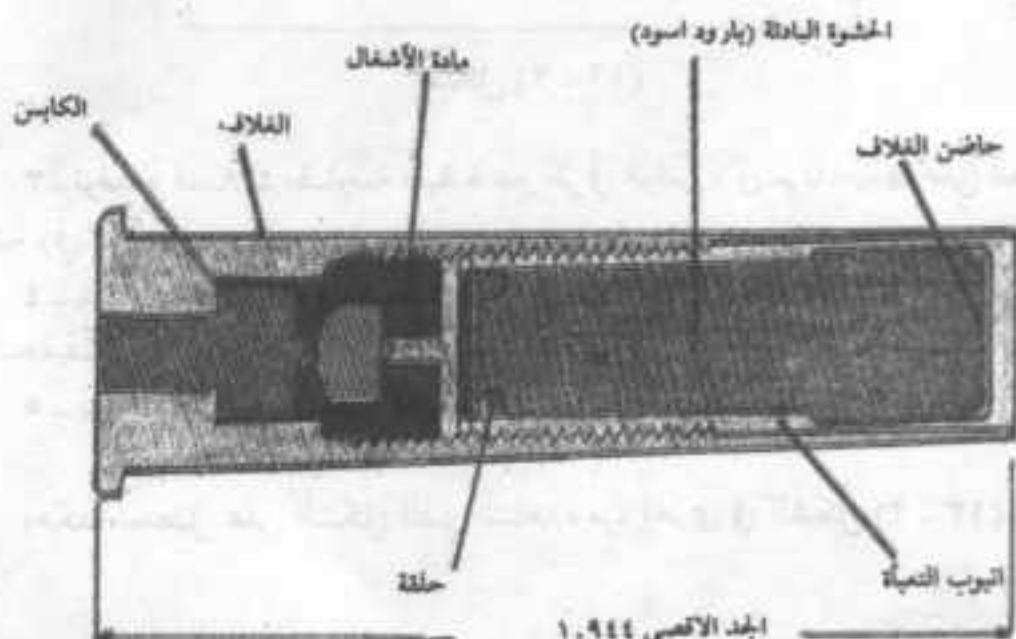
فالطاقة المتحررة لكل وحدة طول من سلك المقاومة تتناسب طرديا مع مربع التيار الكهربائي والمقاومة $(I^2 \cdot R)$ حيث (I) شدة التيار و (R) المقاومة. فاذا ما اردنا مشعلا يعمل بتيار قليل (مثل $\frac{1}{4}$ امبير) لذلك يجب ان تكون مقاومة السلك عالية. ومن المواد الجيدة لهذا الغرض هي سبائك النيكل والكروم. اما اذا اردنا استخدام قوى تيار كهربائي مختلفة فيمكننا استخدام اسلاك مقاومة من مواد اخرى او اسلاك ذات اقطار مختلفة.



الشكل (٣ - ٤٠)

كبسولة بادئة نوع م ك ٢٠ أ ٤ لاشعال الحشوات الدافعة في

الذخائر ذات التعبئة المتفصلة



الجدد الأقصى ١,٩٤٤

الشكل (٢ - ٤١)

كبسولة بادئة نوع (م - ٨٢) لاشعال الحشوات الدافعة في

الذخائر ذات التعبئة المتفصلة

مواصفات المشعل الكهربائي للمصانع وتصنيعه :

كما شاهدنا في الشكل السابق ، هناك اربعة انواع من المشعلات الكهربائية . الانواع الثلاثة الاولى تختلف عن بعضها في طريقة وضع السلك المقاوم وتوصيله باسلاك التوصيل الكهربائية وترتيب المادة المشتعلة حوله . اما النوع الرابع فلا يوجد فيه سلك مقاومة ، بل عند التوصيل الكهربائي فان المواد المشتعلة تتهيج فتشتعل ، الا ان ذلك بحاجة الى تيار عالي جدا ، لذلك تم استبعاده اخيرا . ان النوع الثالث هو الاكثر شيوعا واستخداما ، لذلك سوف نتكلم عنه بالتفصيل وهو مبين في الرسومات السابقة .

لقد تم اختراع هذا المشعل بواسطة العالم الالماني كرانس فيلدت Krannich Feldt ويتم تصنيفه عبر المراحل التالية :

- ١ - يتم تثبيت رقائق من البرونز او المعدن على جانبي لوحة صغيرة من البلاستيك او اي مادة عازلة قوية وتلصق جيدا بها .
- ٢ - تثبيت اللوحات بعد ذلك على رؤس مشط معمول من صفيحة معدنية وتقطع اسنان المشط في رؤوسها كما في الشكل (٢ - ١٢) .



الشكل (٢ - ١٢)

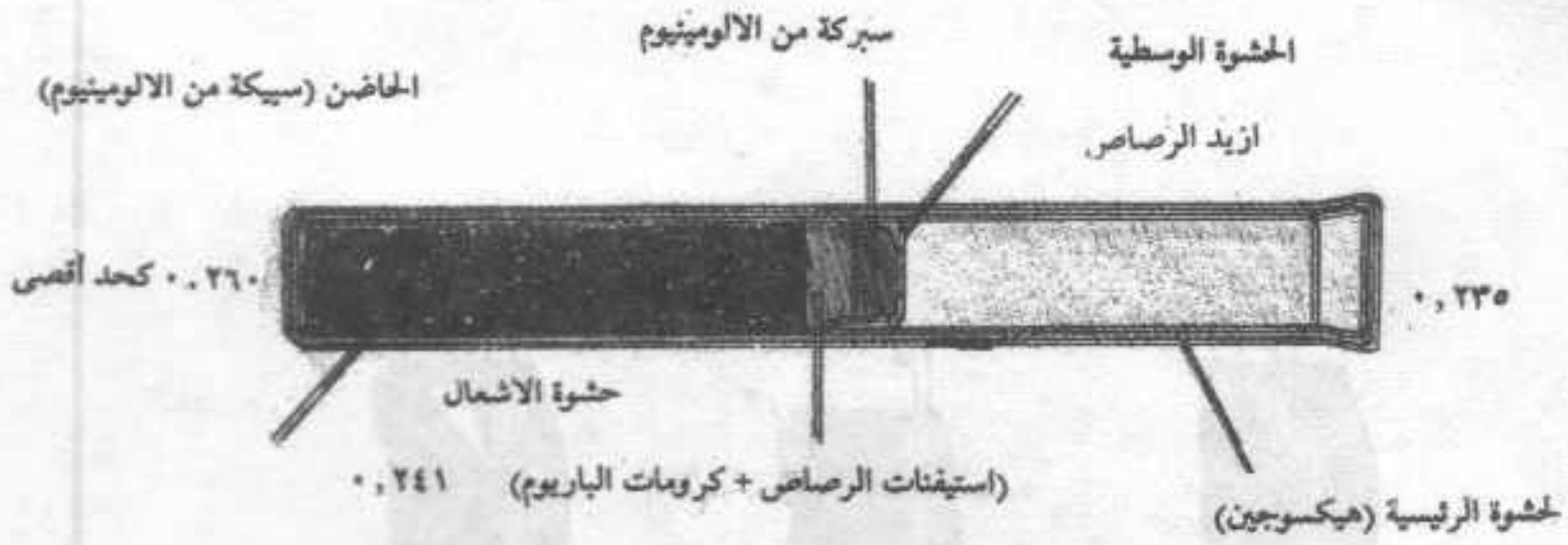
- ٣ - نوضع اسلاك مقاومة دقيقة عبر طرفي الراس ، ويتم تلحيمها على الصفيحة المعدنية وفي كل طرف منها .
- ٤ - يتم تغطيس رؤس المشط في محاليل من المادة المشتعلة على عدة مراحل بحيث يتم التجفيف بين كل مرحلة واخرى . وسوف نتكلم عن هذه المحاليل لاحقا .
- ٥ - يتم التقطيع بعد ذلك ، بحيث يتحول سلك مقاومة الى مشعل منفرد .

وهكذا نحصل على الشكل الذي نشاهده مرة اخرى في الشكل (٢ - ١٣) :

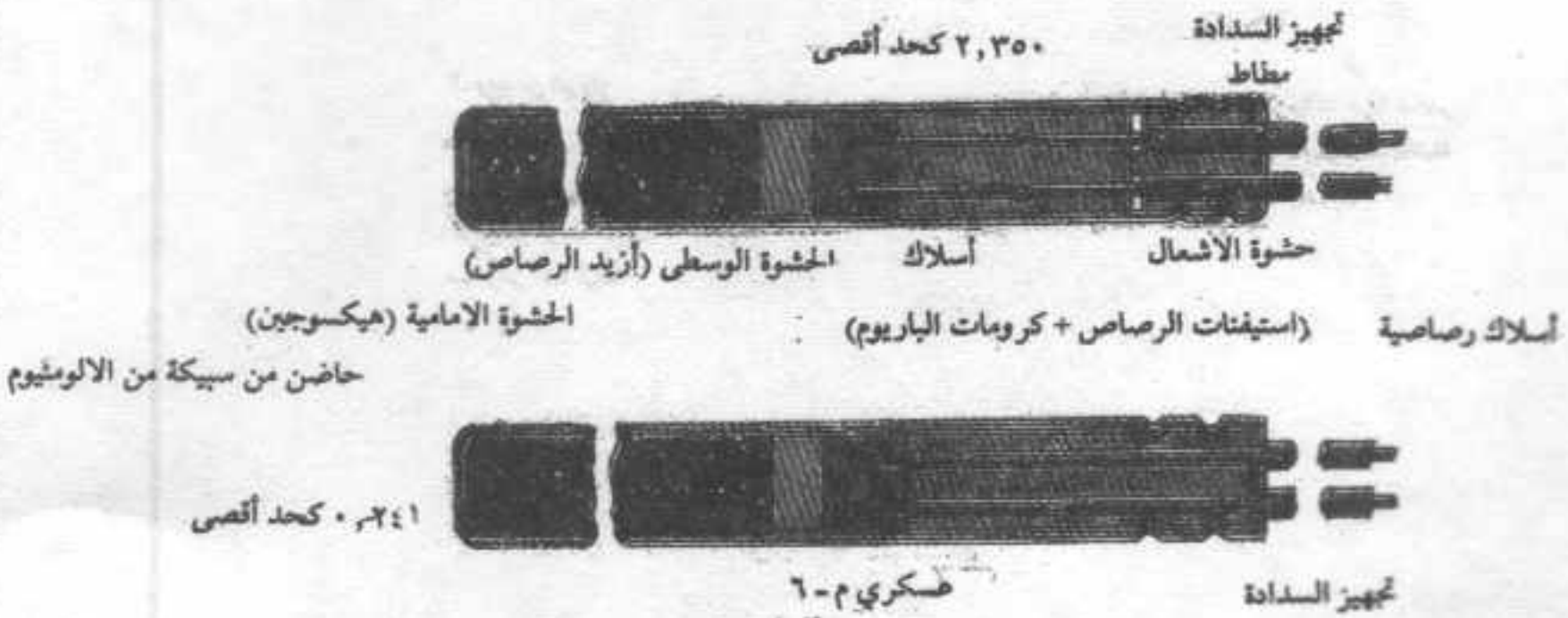
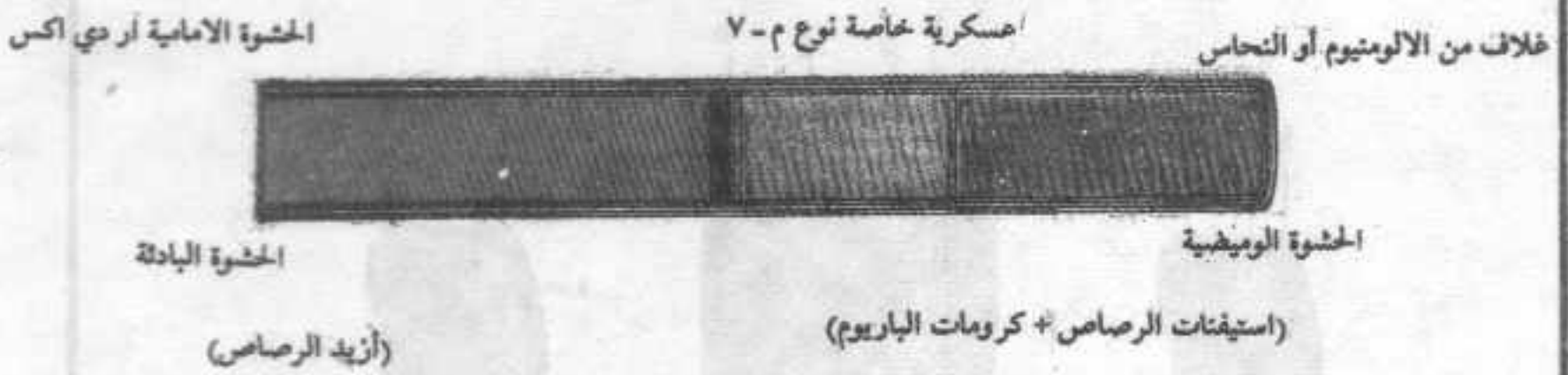
المادة المشتعلة :

ان الطبقة الاولى التي تغطي سلك المقاومة هي من مواد تسمى بالتركيبات الومضية ، وهي ذات اهمية كبيرة في اداء المشعل .

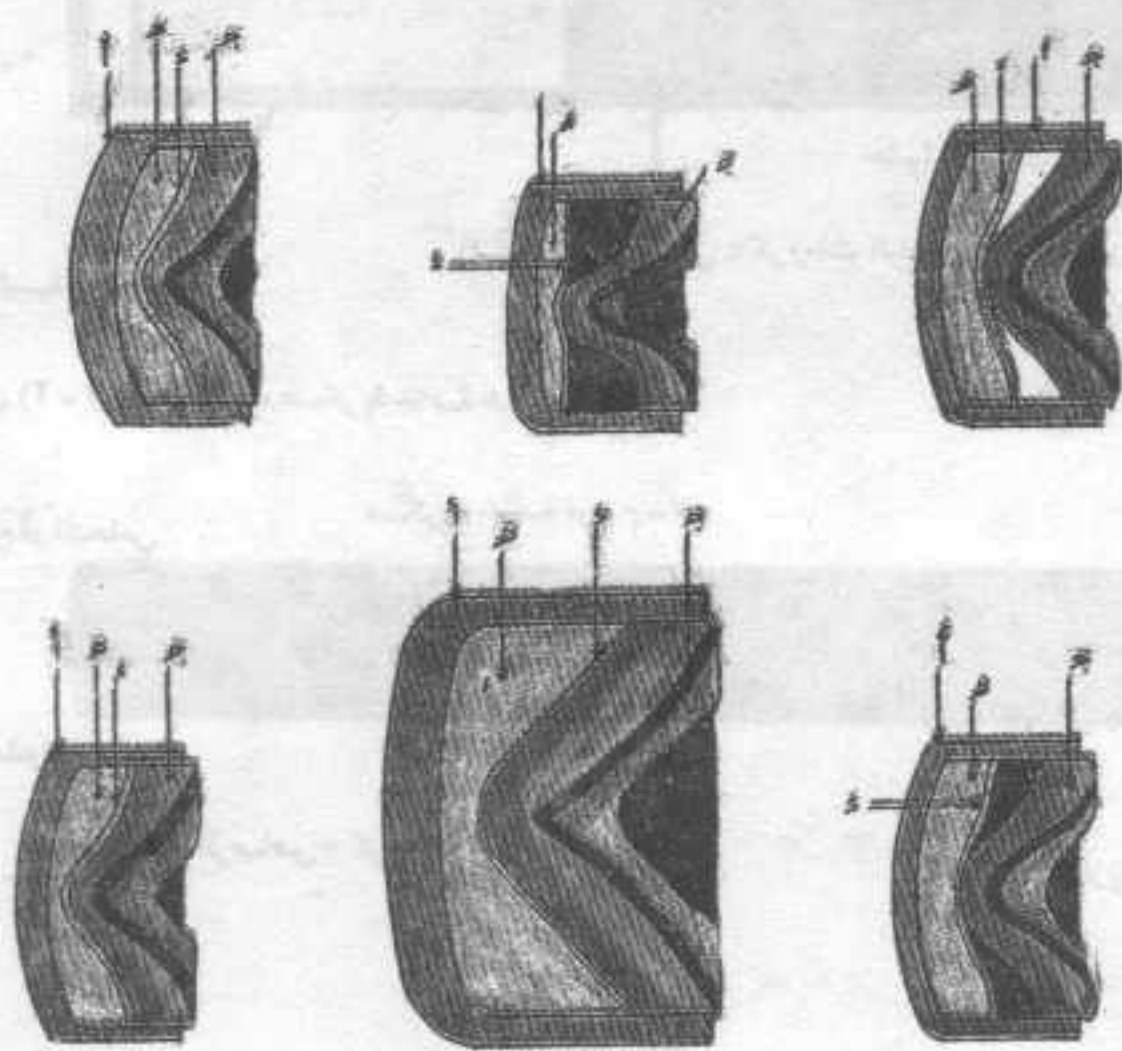
عسكرية خاصة نوع ١



الشكل (٢ - ٤٢) كبسولات عسكرية خاصة غير كهربائية

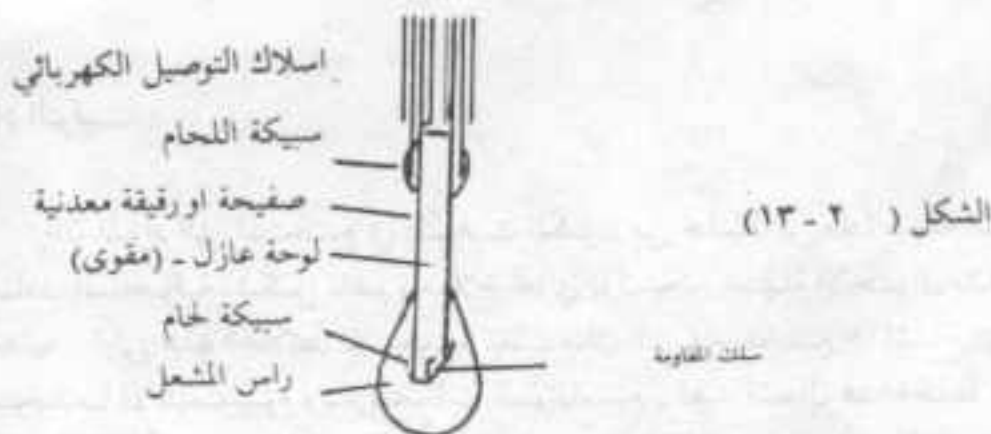


كبسولة عسكرية خاصة نوع ٦-٢
 الشكل (٢ - ٤٣)



الشكل (٣ - ٣٩) كينولات طريقة للنظام
الاسلحة الخفيفة

- أ - وعاء من البرونز
- ب - وعاء من البرونز أو من الحديد
- ج - حقل من البرونز
- د - قوس من البرونز للوقاية
- هـ - قوس من البرونز للوقاية



في البداية تم استخدام مادة استيليد النحاس ($Cu_2C_2 \cdot H_2O$) . الا ان هذه المادة غير ثابتة وحساسة جدا ، لذلك تم استبدالها بمواد اكثر ثباتية . منها :
بيكرات الرصاص واحادي نايترو ريزورسينات الرصاص وخليط من الفحم النباتي وكلورات البوتاسيوم بالتوالي . وتذاب هذه المادة في محلول من النيترو سيليلوز والخللات الاميلية والكحول الاميلي ، يسمى هذا المحلول «بالزابون» . يغمس سلك المقاومة مرة او مرتين في هذا المحلول مع التجفيف لاحقا للحصول على السمك المطلوب .
بعد ذلك تأتي الطبقة الثانية والتي مهمتها تكبير الشعلة او اللهب ، وتتكون من خليط الفحم النباتي وكلورات البوتاسيوم مذابة في محلول الزابون مع التجفيف ثم يتم طلاء رأس المشعل بطبقة من النيترو سيليلوز لوقايتها . ويمكن اعطاء هذه الطبقة الاخيرة لونا معيناً لتمييز المشعل والتعرف على مواصفاته عبر اللون .

صواعق التوقيت :

تستخدم هذه الصواعق بشكل رئيسي في القنابل اليدوية وفي التفجيرات المتسلسلة مع فترات زمنية متفاوتة بينها ، حيث تنفجر العبوة الاولى فوراً ثم بعد فترة زمنية معينة تنفجر العبوة الثانية وهكذا
كما تستعمل في بعض الالغام وقذائف المدفعية والصواريخ .
ان هذه الصواعق تتكون بوضع فتيل بطيء ذو طول معين بين المشعل والصاعق فيلتقط المشعلة من المشعل وبعد فترة زمنية ، تعتمد على طول الفتيل وسرعة اشتعاله ، ينقلها الى الصاعق ، لكن هذا التصميم بحاجة الى فتحة تهوية لخروج الغازات الناتجة من اشتعال الفتيل حتى لا تنتقل الشعلة مباشرة الى الصاعق (انظر الشكل ٢ - ٦) ، او باستعمال مواد مؤقتة لادخانية سوف نتحدث عنها لاحقا .

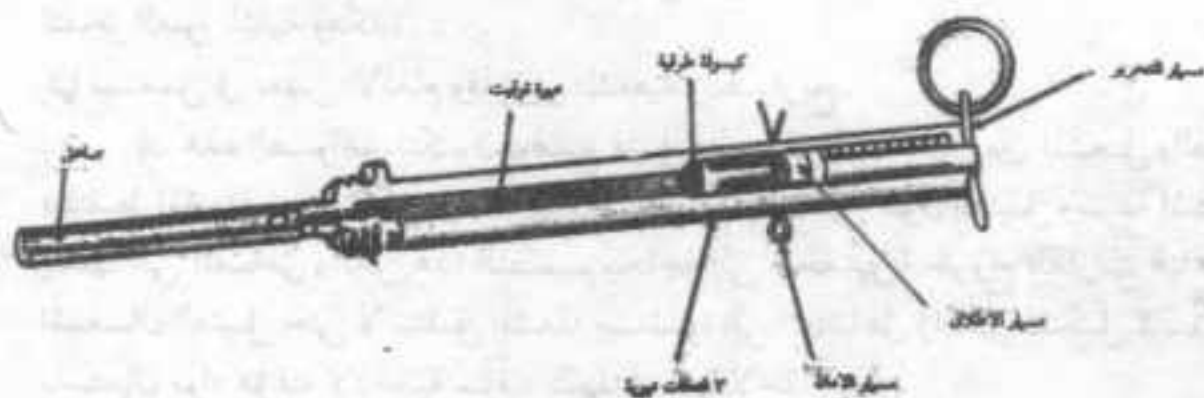
مواد التوقيت :

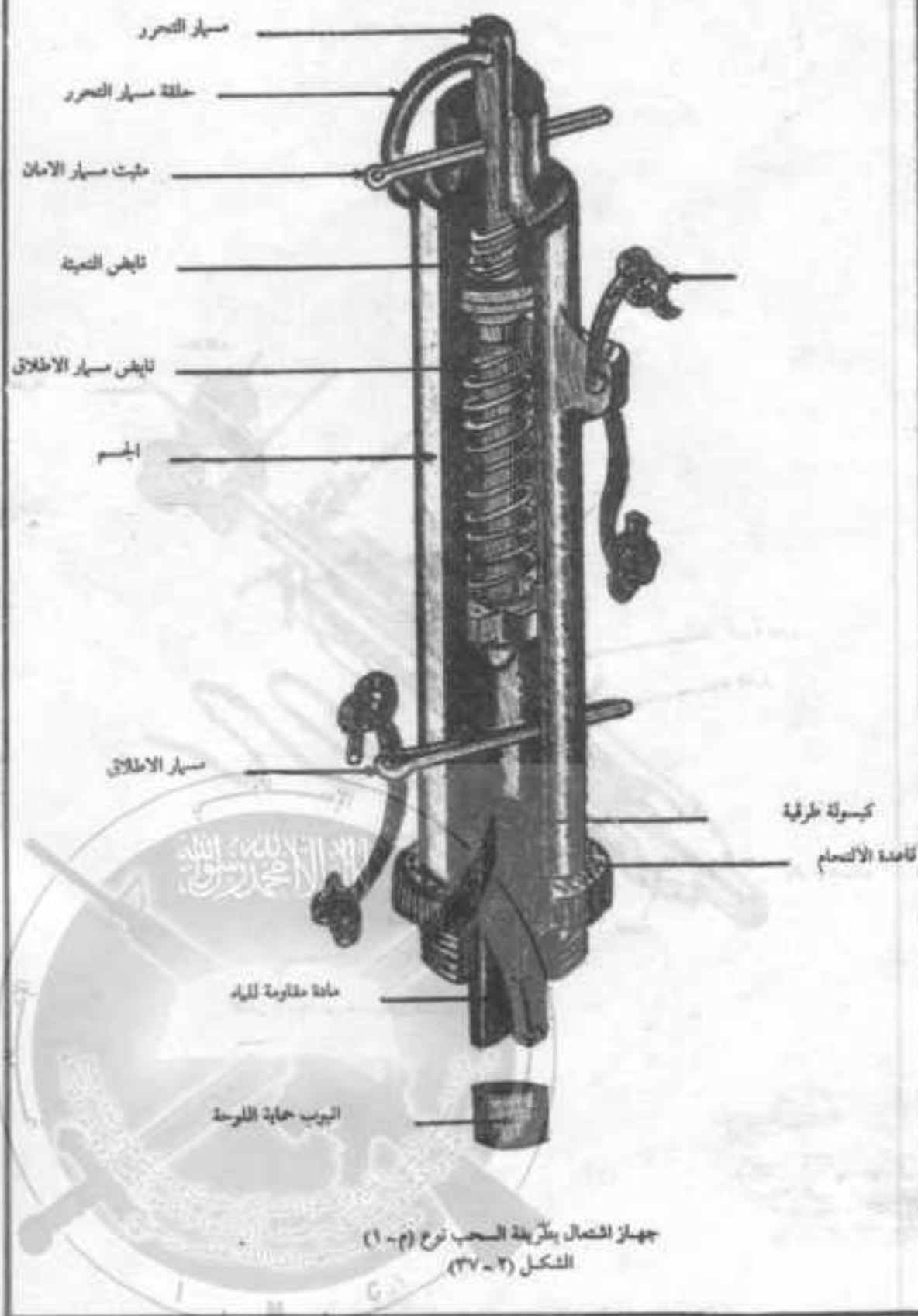
ان المواد التي تستخدم في التوقيت تتكون من خليط من مادة سهلة التأكسد مثل المعادن المسحوقة بشكل ناعم واملاح تحوي اوكسجين سهلة الاختزال مثل الاكاسيد المعدنية . اولى هذه الخلائط المستخدمة كانت تلك التي قام بتحضيرها اشباخ Eschbach ، مستخدما الانتيومونيوم وبيرمغنات البوتاسيوم . فعند اشعال هذا الخليط فانه يتأكسد ويتحول الى اوكسيد الانتيومونيوم ، واما بيرمغنات البوتاسيوم فيتحول اما الى منغنات البوتاسيوم او خليط من منغنات البوتاسيوم واوكسيد المنغنيز . ونتيجة هذا التفاعل تنتج كمية قليلة جدا من الغاز بسبب تفكك البيرمغنات ليس لها اي تأثير .

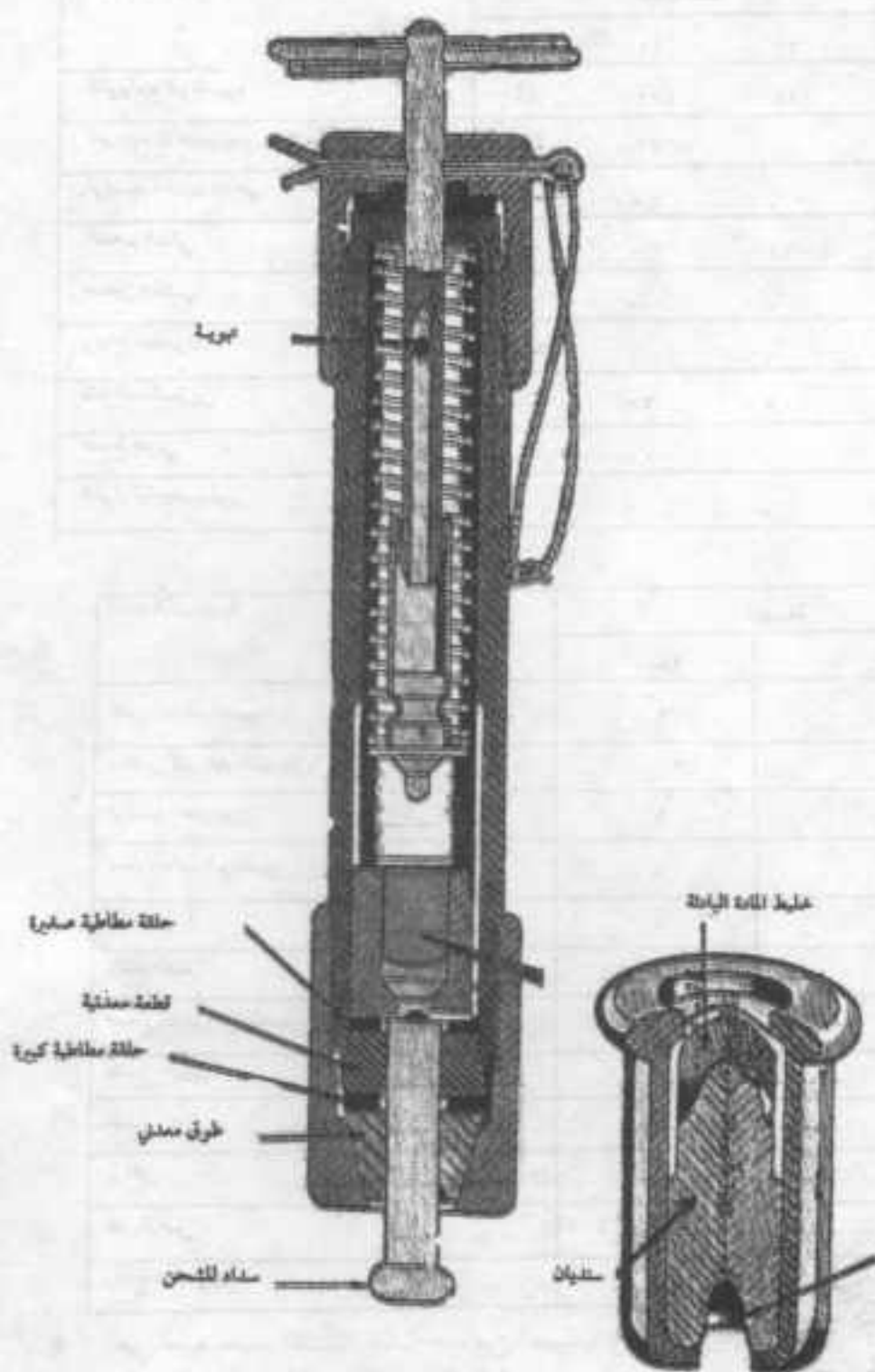
ان نسبة الخلط تتراوح بين ٥٥ - ٧٠٪ بيرمغنات البوتاسيوم الى ٤٥ - ٣٠٪ انتيومونيوم .

وفي الولايات المتحدة تم استخدام خليط من مادة السيلينيوم وبيروكسيد الباريوم بنسبة ٨٥٪ بيروكسيد الباريوم الى ١٥٪ سيلينيوم .

ان اشتعال هذه المواد بطيء نسبيا ، وللمحصول على خلائط اسرع اشتعالا ، بحيث يكون التوقيت مدته اجزاء من الثانية تم استخدام السيليكون مع ثاني اوكسيد الرصاص (PbO_2) او مع الرصاص الاحمر بنسبة ٣٠ - ٥٠٪ سيليكون الى ٧٠ - ٥٠٪ من الاوكسيد . من العوامل المهمة في هذه الخلائط هو التجانس في الخليط والتماس الكامل بين المادة المؤكسدة والمادة المختزلة . لذلك تعمل كلها بشكل مسحوق ناعم جدا ، ويتم تعبئتها في أنبوب التوقيت تدريجيا حتى لا يفضل بعضها عن بعض بسبب التفاوت في الكثافة والوزن . من اجل خلط مواد التوقيت ومواد المشعل ومواد الصاعدة يمكننا استخدام المعدات والاجهزة التي تكلمنا عنها في صنع الكبسولات .







نموذج اشمال للتصميم الميكانيكي مقاوم الظروف الجوية
 الشكل ٢٤ - ٣١

المادة الكيميائية	الصفة			
	٢٢	٢١	١٠	١٩
كلورات البوتاسيوم	٦٠٪	٨٨٪	٥٠٪	٢٢
كبريت الاتيمونيوم	-	-	٣٠	-
أكسيد الحديد الاحمر	-	-	-	٥
الفحم النباتي	٦	١٠	-	٣
طحين الخشب	-	-	-	٨
زجاج مطحون	٢٢,٥	-	-	٣٩
نشأ الديكسترين	-	٢	٢٠	-
صمغ عربي	١١,٥	-	-	-
محلول نيتروسليلوز	-	-	-	٥

المادة الكيميائية	الصفة	
	٢٥	٢٦
كلورات البوتاسيوم	٣٢٪	٣٧٪
سادس كبريت الفوسفور	١٠٪	٣٪
أكسيد الحارصين	٦	١
ديكرومات البوتاسيوم	-	٠,٥
كيسريت	-	٦
راتنج اصفر	٤	٦
صمغ الدمر (من الصنوبر)	-	٣
صمغ حيواني	١١	١٢
نشأ	٤	٥
بارافين	-	٢
طين ارضي	-	٣
زجاج مطحون	٣٣	٢١,٥

- تعني انه بعد اكتمال المدة جزء من الصيغة (٢٢) يتم خلطها مع ٦,٢٠ جزء من النيتروسليلوز والمذاب في ٢٠٪ من المحلول

٣ - تركيب الطبقة التي يتم حك كبريت الامان بها ليشتغل :

الجدول (٢ - ٧)

المادة الكيميائية	الصفة		
	٢٧	٢٨	٢٩
فوسفور احمر	٥٠	٥٠	٣٧,٢
كبريتيد الانتيمونوم	-	-	٣٣,٥
اوكسيد الحديد	-	-	٧
ثاني اوكسيد المنغنيز	-	-	٣,٤
كربونات الكالسيوم	-	٥	٢
صمغ حيواني	-	١٦	٩,٣
نشا الديكسترين	٢٠	-	٧
لحم اسود	-	٤	-
زجاج مطعون (محقق)	-	٢٥	١٠,٦
رمل (حاد)	٣٠	-	-

٤ - تركيب البارود الاسود المستخدم في الصواعق المؤقتة :

الجدول (٢ - ٨)

المادة الكيميائية	الصفة		
	١٤٦	١٤٧	١٤٨
نترات البوتاسيوم	٧٤	٧٠	-
نترات الصوديوم	-	-	٧٢
لحم نباتي	١٥,٦	-	١٦
لحم (شبه بيتون)	-	١٤	-
كبريت	١٠,٤	١٦	١٢

يضاف اليها كمية قليلة من الجرافيت اثناء العملية النهائية في التحضير ، وذلك لاعطائها نعومة ولعائنا.



٥ - خلاطات الكبولات :

الجدول (٢ - ٩)

الصيغة (الرقم)								المادة الكيميائية
١٧٢	١٧١	١٦٧	١٦٦	١٦٣	١٦٢	١٦١	٧٢	
-	-	١٣	-	-	-	-	-	محقوق الالومنيوم
-	-	-	-	-	-	-	٣٥	محقوق الانتيومونيوم
-	-	-	-	-	-	-	٣٥	سليسايد الكالسيوم
-	-	٤	٦	٢٩,٥	٦	-	-	فحم نباتي
-	-	-	-	-	-	١٠	-	نشا الذرة
٣٠	-	-	-	-	-	-	-	اوكسيد النحاس
-	٣٣	-	-	-	-	-	-	اوكسيد النحاسوز
-	-	-	-	-	٧	-	-	اوكسيد الحديد الاحمر
-	-	٢٢	-	-	-	-	-	اوكسيد الحديد الاسود
-	-	-	-	-	٣١	-	-	محقوق الزجاج
-	-	-	-	-	-	٤٣	-	كلورات البوتاسيوم
-	-	٣٥	٥٤	٧٠	-	-	-	نترات البوتاسيوم
-	-	-	-	-	٤٩	-	٣٠	بيركلورات البوتاسيوم
-	-	-	-	-	-	٣٠	-	بيكرويونات الصوديوم
-	-	-	-	-	-	-	٥	نيتروميلايوز جاف (مضاف)
٢٠	٣٣	-	-	-	-	-	-	ثاني اوكسيد الرصاص
٥٠	٣٣	٢٦	٤٠	-	-	-	-	سيليكون
-	-	-	-	-	-	١٦,٨	-	كبريت
-	-	-	-	-	٧	-	-	طحين الخشب

الجدول (٢ - مع)

العينة (الرقم)																العدد الكلي
١٨٤	١٨٥	١٨٦	١٨٧	١٨٨	١٨٩	١٩٠	١٩١	١٩٢	١٩٣	١٩٤	١٩٥	١٩٦	١٩٧	١٩٨	١٩٩	
—	٢٠	٢٤	—	—	—	—	٢٠	—	—	—	—	—	—	—	—	الوسوم (مستوى)
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	١٠,٥	—	—	—	—	—	مذكرات الامتحان
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	٢	—	—	—	—	المستوى
—	—	—	—	٩٠	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	مذكرات الامتحان
—	—	—	—	—	—	٩١	٢١	٢٩	٤	٥٠,٥	٧٨	—	—	—	—	مذكرات الامتحان
٢٢,٧	—	—	—	١٠	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	مذكرات الامتحان
—	—	—	—	—	—	—	—	—	٢	—	—	—	—	—	—	مذكرات الامتحان
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	٦	—	—	—	—	مذكرات الامتحان
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	١٠	مذكرات الامتحان
—	—	—	١٥	—	٥٠	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	مذكرات الامتحان
—	—	—	—	—	—	—	٢٩	—	—	—	—	—	—	—	—	مذكرات الامتحان
٢٠,٢	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	مذكرات الامتحان
—	٢٢	٩١	—	—	—	—	—	—	—	٧٤	—	—	—	—	—	مذكرات الامتحان
٥,٥	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	مذكرات الامتحان



الجدول (٢ - ١١) خلائط المشعلة الالى التي تعطي اللهب للمادة المشتعلة المجاورة

المادة الكيميائية	الصفة					
	٦٤	٦٥	٦٦	٦٧	١٦٨	١٦٩
نترات الباريوم	-	-	-	-	٥٠	-
مادة رابطة	-	-	-	-	٥	-
سيللويد	-	-	-	-	-	١,٨ مضافة
اوكتيد الحديد الاحمر	-	-	-	٥٠	-	٠,٦ مضافة
اوكتيد الرصاص PbSO4	٥٥	٨٥	٨٠	-	-	٥٠
سيلكون	٣٣	١٥	٢٠	-	٢٠	٢٥
تيراثايتروكربازول	-	-	-	-	١٠	-
ثيتانيوم	١٢	-	-	٣٢,٥	-	٢٥
زركونيوم	-	-	-	١٧,٥	-	-
هيدريد الزركونيوم	-	-	-	-	١٥	-

الجدول (٢ - ١٢) خلانط اللهب الاول والباديء والمشمعل

المادة الكيميائية	الصفة					
	F	E	D	C	B	A
الومنيوم	١٣	-	-	-	-	-
بور	-	-	١٠	-	-	-
فحم نباتي	٤	-	-	-	-	-
منغنسيوم	-	٢٥	-	-	-	-
سيلكون	٢٦	-	-	-	٢٥	٢٠
تيتانيوم	-	-	-	-	٢٥	-
زركونيوم	-	-	-	٢٠	-	-
هيدريد الزركونيوم	-	-	-	-	-	١٥
نترات الباريوم	-	٧٥	٩٠	-	-	٥٠
اوكسيد الحديد الاسود	-	-	-	-	٢٥	-
اوكسيد الحديد الاحمر	-	-	-	-	٢٥	-
اوكسيد الحديدوز F2 O	٢٢	-	-	-	-	-
اوكسيد الرصاص Pb O	-	-	-	٨٠	-	-
اوكسيد الرصاص Pb3 O4	٣٥	-	-	-	-	-
تيتراثيروكربازول	-	-	-	-	-	١٠
مادة رابطة	-	-	-	-	-	٥

نيترو سيليز او لاجر



الفصل الثالث



بلحقات التدوير والمعدات المستعملة
في عمليات التفجير
القواعد الأساسية للتعامل مع المتفجرات
الخزن والنقل
طرق الكشف عنها

khadija1417@hotmail.com
zubeiddah1417@hotmail.com
ISLAMIC MEDIA CENTER

تعرض في هذا الفصل العدة والادوات الضرورية لتحضير ووضع وتفجير الحشوات والعبوات المتفجرة. بعضها يستهلك عند الاستعمال وبعضها الاخر يمكن تكرار استعماله. ونورد وصفا موجزا لبعضها :

أ - المعدات اللاكهربائية :

١ - قارص الصواعق :

مصنوع من الفولاذ يشبه الكماشة التي تستعمل في تثبيت الفتيل داخل الصاعق وقد تم تثبيت الحافة القارصة فيه بطريقة تقوم بتثبيت غلاف الصاعق مع الفتيل بحيث لا ينزلق الغطاء ولا يتضرر الفتيل. وهو مزود ايضا بمكان لقطع الفتائل المتفجرة وفتائل الامان. واحد اطرافه مجهز لاستعماله لعمل الثقب داخل الديناميت او المادة البلاستيكية المتفجرة لادخال الصاعق، والطرف الاخر عبارة عن مفك يستعمل في فتح صناديق المتفجرات. وفيما يتعلق بالفتحة المخصصة للقرص ففيها درجة من الميلان كافية لان تجعل هناك عازلا في غلاف الصاعق لمقاومة الماء، لذلك يجب ان لا يجري استعمالها لغير هذا الهدف خوفا من استهلاكها وتلفها.

٢ - صناديق الصواعق :

صناديق الصواعق مصنوعة اما من الخشب او البلاستيك. وقد صممت خصيصا لاستيعاب كمية قليلة من الصواعق بشكل عام من ٦ - ٥٠ صاعق في كل صندوق. ويتم تغطيتها بواسطة مادة عازلة ثم تقفل جيدا. ويتم تأشيرها بوضوح لسهولة التعرف عليها.

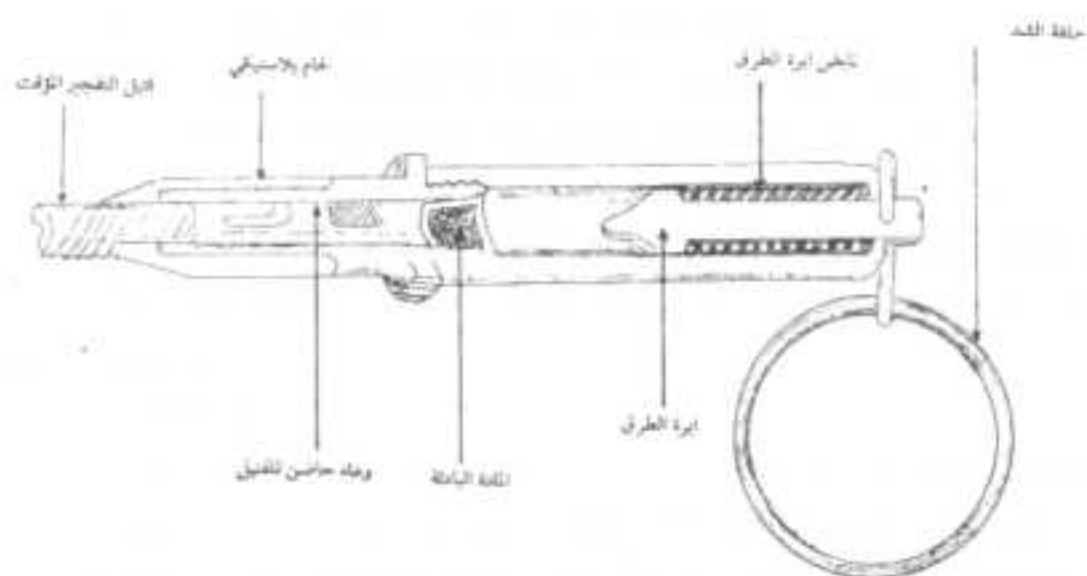
٣ - مشعلات الفتيل :

هناك عدد من مشعلات الفتيل اللاكهربائية. نورد بعضها منها حسب اهميتها :

أ - المشعل (م - ٢) : M-2 وهو مشعل مقاوم للظروف الجوية المتقلبة كما انه صالح للاشتعال تحت الماء اذا ما استغرقت العملية دقائق قليلة فقط ويتكون من خلية تحتوي على جهاز الاشعال وقاعدة تحتوي على كبسولة طوقية كما ان بداخله الزمبرك الحاضن لآبرة الطرق هذه نشاهدها مفصلة في الصورة.

ب - الكبريت العادي، كبريت الامان

من الممكن استعمال اي نوع من انواع الكبريت في اشعال الفتيل. بحيث تعمل فتحة داخل الفتيل تصل الى مادة البارود الاسود وعلى بعد لا يقل عن ١/٢ انش عن طرف الفتيل (حتى لا يتسرب اللهب مباشرة الى الصاعق) ثم يوضع راس عود الكبريت داخل هذه الفتحة ملاصقا للبارود ويعددها يتم اشعال عود الكبريت الذي بدوره يقوم باشعال الفتيل.



الشكل (٢ - ٢٧) : القفل المؤقت للتقيل نوع م - ٢ مقاوم للمياه

ان استخدام الكبريت في اشعال الفتائل محدود جدا، حيث يتأثر بالظروف الجوية كالهواء والرياح والرطوبة مما يعيق عمليات التفجير، اضافة الى عدم صلاحيته في اشعال عدة فتائل مرة واحدة اذا كانت مفصولة عن بعضها بعضا بسبب عامل الوقت.

جـ - كبريت اشعال الفتيل

نظرا لمقاومته للظروف الجوية المتقلبة فقد حل محل الكبريت العادي . ولكن يجب تلافي الرطوبة عنه لان الرطوبة قد تتلفه .

يقطع طرف الفتيل بشكل مائل ثم يوضع طرف الكبريت داخل البارود الموجود في الفتيل ويعدّها يتم الاشعال .

لتلافي الرطوبة، توضع بعد ان يتم تجهيزها داخل علبة كبريت الامان او اي مادة عازلة .

ونستطيع ان نوصف تركيبه كما يلي :

عبارة عن انبوب من الورق المقوى طوله (٥) سنتمترات وينفس قطر الفتيل احدى نهاياته مغلقة ومغطاة بطبقة من نفس مادة كبريت الامان وعند التجهيز والاستعمال توضع النهاية الاخرى ملاصقة لطرف الفتيل . وهكذا يمكن اشعاله باشعال مادة كبريت الامان فتشتعل الشعلة عبر المشعل الى الفتيل .

د - المشعلات المغلفة او مشعلات الامان

وهي وسائل قام باختراعها العالم لاغوت Lagot عام ١٨٨١ ، وتتكون من انبوب معبأ بقطع من الفحم النباتي المشبع بزيادة غنية بالاكسجين مثل النترات (نترات الصوديوم او البوتاسيوم) والتي تسمح للفحم بالاشتعال في منأى ومعزل عن الهواء الجوي دون احداث لهب . والانبوب مزود في احدى نهاياته بفتحة تسمح بادخال الفتيل عبرها .

هـ - مشعل الفتائل الحارق

يتكون من غلاف من الانسجة المقاومة للماء ومغطس بصفيحة من المقطاط المرن . توضع كمية من المادة المشعلة في قاعدة الغلاف .

ب - المعدات الكهربائية

١ - سلك التفجير .

٢ - سلك التوصيل .

٣ - جلفانوميتر .

٤ - بطاريات جافة .

٥ - مولد ميكانيكي للكهرباء .

٦ - عدة وعدد كهربائية .

جـ - معدات متنوعة

١ - مواد لاصقة : تستعمل لتثبيت العبوات في الاماكن المعينة على السطوح الافقية

او العمودية لفترة تدوم من دقائق معدودة الى ساعات عدة وایام حسب وزن العبوة وحال السطح الذي تم التثبيت عليه والفترة الزمنية المناسبة .

٢ - مواد لعزل الصواعق : تستعمل لمنع تسرب الرطوبة الى الصاعق عبر الوصلة التي تم تثبيت القليل بالصاعق .

٣ - وصلة تثبيت الشريط المتفجر : لتوصيل شريطین متفجرين اما بشكل تقاطعي او بشكل متوازي وكذلك يمكن استعمالها لوصل الصاعق بالقليل المتفجر .

٤ - ريمر : لعمل ثقب داخل الكتلة المتفجرة لتسهيل عملية ادخال الصاعق فيها . وهو معمول من معدن لا يولد شرارا نتيجة الاحتكاك .

٥ - شريط تلصيق .

القواعد الاساسية للتعامل مع المتفجرات

يجب التقيد بالقواعد التالية في التعامل مع المتفجرات ، الا في الحالات الاستثنائية .
أ - التخزين :

ان المخازن المثالية يجب ان تكون مقاومة للنار والرصاص والبرق ، كما يجب ان تكون مقاومة للعوامل الجوية ولا تتأثر بها كالجفاف والرطوبة مع مراعاة التهوية المستمرة . والمستودعات العسكرية عادة تكون تحت الارض .

نعني بالتخزين هو عملية حفظ المواد بطرق امينة عادة في مباني مصممة خصيصا لها وذات مواصفات خاصة تسمى بالمستودعات . ويتم تعريف اجزائها وملحقاتها كما يلي :

- المستودعات : هي عبارة عن مبان او انفاق او تركيبات تخضع لقوانين خاصة حسب كل بلد ، يخزن المواد المتفجرة .

- مسؤول المستودعات : وهو شخص مسؤول عن كافة اجراءات الامان وشروطها اثناء التخزين بما في ذلك الصيانة السليمة للمتفجرات ومستودعاتها والمنطقة المحيطة بها .

- المستودع السطحي او الارضي : وهو عبارة عن بناء تم تصميمه وتركيبه لخزن المواد المتفجرة فوق سطح الارض .

- المستودع تحت الارض : وقد تم تصميم المبنى وتركيبه (الانارة والتهوية والمنفذ . . الخ) لخزن المواد تحت الارض خزنا سليما .

في كل الحالات فان مستودعات المواد المتفجرة يجب ان تكون بعيدة عن المناطق السكنية والصناعية وطرق المواصلات وذلك للحد من الخسائر والاضرار في حالة حصول اي حادث لها . وكذلك لتخفيف امكانية الحوادث لهذه المتفجرات بسبب السكان او المصانع .

ونشاهد جدولا يبين المسافات التي تفصل بين هذه المستودعات العسكرية عن مستودعات اخرى وبنيات وطرق مواصلات : (الجدول ٣ - ١)

الحدا الاعلى للمتفجرات بالكيلوغرام	الحدا الادنى للمسافات التي تفصل المستودعات العسكرية عن		
	بنائات سكنية	سكة حديد عمومية	طريق سريع
٢٥	٥٠ مترا	٣٠	١٥
٥٠	٨٠ مترات	٥٠	٣٠
١٠٠٠	٤٠٠ مترا	٢٥٠	١٢٠
١٢٥٩٩	٧٠٠	٤٥٠	٢٢٠
٥٠٠٠٠	١٢٠٠	٧٥٠	٣٥٠
١٢٥٠٠٠	١٥٠٠ مترا	٨٥٠	٤٥٠

ب - الاجراءات الاحترازية واجراءات الامان في مستودعات المواد المتفجرة :

- ١ - عدم ترك المتفجرات بدون حراسة .
- ٢ - عدم خزنها في اماكن مشبوهة او مشكوك في توفر الظروف الامنية فيها .
- ٣ - عدم تداولها او التعامل معها بدون اكرات .
- ٤ - عدم التدخين مطلقا في المستودعات او قرب المواد المتفجرة .
- ٥ - عدم استعمال وسائل الانارة المكشوفة (كالقناديل) او الشخاط او المشاعل او اي هب في هذه المستودعات .
- ٦ - عدم ترك اوراق الشجر والاعشاب تراكم حول هذه المستودعات في دائرة (٨) امتار .
- ٧ - عدم تخزين معدات معدنية او أدوات حادة مع المتفجرات .
- ٨ - لا ترندي احذية تبرز منها مسامير او قطع معدنية عندما تدخل مستودعات التخزين
- ٩ - عند تخزين مواد اضافية من المتفجرات يجب مراعاة وضعها بحيث يكون من الممكن الوصول الى المتفجرات القديمة والمخزونة سابقا .
- ١٠ - لا تدع صناديق المتفجرات مباشرة على الارض ، ضعها فوق حمالات صغيرة تسمح بمرور الهواء .
- ١١ - لا تفتح صناديق المتفجرات داخل او قريبا جدا منها .
- ١٢ - لا تفتح صناديق المتفجرات ابدا باستعمال عدة معدنية تولد الشرار عند الاحتكاك .
- ١٣ - لا تنم بتركيب بواديء المتفجرات داخل المستودعات

- ١٤ - لا تضع فتيل الامان قرب الزيت، البنزين، أو الكبروسين أو اي مذيبيات شبيهة.
- ١٥ - لا تضع الصواعق مطلقا في نفس صندوق المتفجرات او قريبا.
- ١٦ - لا تنس تقليب صناديق الديناميت كل ثلاثين يوما واكتب على الصندوق آخر تاريخ تم قلبه فيه.
- ١٧ - لا تقم بتخزين الديناميت بحيث يكون مرتكزا على احد اطرافه او نهاياته.
- ١٨ - لا تستعمل ابدا ديناميتا تجمد من قبل.
- ١٩ - لا تستعمل متفجرات حصل تغيير في مواصفاتها. بل يجب تدميرها في هذه الحالة.
- ٢٠ - لا تترك اي مادة متفجرة مرمية او تتخلى عنها.
- ٢١ - لا تحمل الصواعق داخل جيوبك.
- ٢٢ - لا تدخل ابدا مسبارا او اي قطعة معدنية داخل الصاعق من الفتحة المخصصة لفتيل الامان او المشعل.
- ٢٣ - لا تترك المتفجرات ولا الصواعق عرضة لاشعة الشمس المباشرة.
- ٢٤ - لا تشد ابدا اسلاك الصاعق الكهربائي او تسحبها.
- ٢٥ - لا تحمل فتيل الامان بدون اهتمام في الطقس البارد بل يجب تدفئته قبل الاستعمال.
- ٢٦ - لا تضغط الصواعق بواسطة الاسنان او السكين او اي آلة حادة.
- ٢٧ - لا تنس ان تضع شريط لصق عازل حول وصلة الفتيل بالصاعق خاصة اذا كان طول الفتيل اكثر من قدم واحد.
- ٢٨ - لا تستعمل الصواعق الكهربائية ابدا في حالة اقتراب عاصفة ووجود برق في الجو.
- ٢٩ - اسلاك الصاعق الكهربائي يجب ألا ان تكون مكشوفة بل يجب ان تكون معزولة وتكشف فقط عند الاستعمال.
- ٣٠ - لا تستعمل انواعا مختلفة من الصواعق الكهربائية على نفس الدائرة الكهربائية.
- ٣١ - لا تفقد الرقابة على مولد الكهرباء اليدوي الذي يستعمل في اغراض التفجير بل يجب ان يكون موجودا مع قائد المجموعة.
- ٣٢ - لا تستعمل اي مواد غير مقاومة للماء في التفجيرات تحت الماء.
- ٣٣ - لا تحاول وضع المتفجرات داخل ثقب او حفرة بواسطة الضغط، بل يجب في هذه الحالة توسيع الثقب او الحفرة.
- ٣٤ - لا تستعمل معدّات معدنية في المتفجرات بل معدّات من الخشب او البلاستيك.

- ٣٥ - لا تحاول اشعال الفتيل بواسطة وضع احد اطرافه على لهب مباشر لانك لا تستطيع ان تميز ان كان قد اشتعل ام لا .
- ٣٦ - لا تقم بتفجير الصاعق او العبوة الا بعد ان تتأكد من عدم وجود مواد متفجرة اخرى في المنطقة .
- ٣٧ - لا توصل جهاز الكهرباء الا بعد ان تكون العبوة جاهزة للتفجير وان تكون قد اتخذت كافة الاجراءات لذلك .
- ٣٨ - مسافة الامان لتفجير الصاعق هي ٢٠٠ قدم الا اذا تم التفجير في حفرة او داخل مادة مقاومة للشظايا .
- ٣٩ - لا تمسك البادىء بيديك وانت تشعله . بل ضعه على الارض ثم اشعله .
- ٤٠ - لا تحاول عمل حفرة قريبة من اخرى فيها عبوة متفجرة .
- ٤١ - لا تقم بوضع عبوة في حفرة حارة ، بل يجب تبريدها اولاً .
- ٤٢ - لا تترك اي شحنة في مكان الانفجار مكشوفة ، خاصة اذا تم التفجير قرب مواد تطلق شظايا .
- ٤٣ - في حالة التفجير العادي بالفتيل واذا ما فشلت عملية التفجير فيجب انتظار ٣٠ دقيقة على الاقل .
- ٤٤ - لا تقسم المسؤوليات في حالة القيام بعملية نفس .
- أما في مناطق التدريب فان السيارات التي تستعمل في نقل المتفجرات يجب ان تكون مميزة عن السيارات الاخرى بواسطة الكتابة والعلامات على جوانبها . واذا كان من الممكن ، يجب عدم نقل الصواعق في نفس السيارة التي تحمل المتفجرات اما اذا استحال ذلك فتوضع المتفجرات في مقدمة السيارة والصواعق في مؤخرتها مع مراعاة مسافة امان حتى لا يؤدي انفجار الصواعق او احدها الى تفجير هذه المواد . وعلى السائق التقيّد بشدة بقوانين السير وان يحاول الابتعاد قدر الامكان عن مناطق الازدحام .
- وبالنسبة للشخص الذي يقوم بنقلها فانه يجب عليه ان لا ينقل الصواعق داخل جيوبه ولا الضغط عليها ، والتعامل مع المواد المتفجرة بانتباه واهتمام شديدين واستبعاد عامل الثقة بالنفس او بهذه المواد التي لا تميز بين عدو وصديق .
- ج - المنظمة الاستشارية الدولية البحرية :
- وقد وضعت القوانين التي تتعلق بنقل المواد المتفجرة بواسطة البحر ، من حيث مواصفات المواد الفيزيائية والكيميائية المسموح بنقلها والحدّ الاعلى من الوزن وطرق ترنيها في وسيلة النقل .
- اجراءات الامان في التعامل مع المواد المتفجرة

١ - فيما يخصّ الصواعق وفتائل الامان والمشعلات :

- ١ - عدم حمل الصواعق - اخل الجيوب
- ٢ - عدم ادخال مسبار او آية قطعه معدنية داخل الصاعق من الفتحة المخصصة للفتيل .
- ٣ - عدم تركها معرضة لاشعة الشمس المباشرة .
- ٤ - عدم شد اسلاك الصاعق الكهربائي اوسحبها .
- ٥ - عدم ضغط الصاعق بالأسنان ، أو بالسكين ، أو بالالات الحادة .
- ٦ - عدم استعمال الصواعق الكهربائية في حالة اقتراب عاصفة او وجود برق في الجو .
- ٧ - عدم كشف نهايات اسلاك الصاعق الكهربائية الا عند البدء بعملية التفجير .
- ٨ - عدم استعمال صواعق كهربائية مختلفة على نفس الدائرة الكهربائية .
- ٩ - مسافة الامان لتفجير الصاعق هي ١٠٠ متر الا اذا تم التفجير في حفرة او داخل مادة مقاومة للشظايا .
- ١٠ - عدم تفجير الصاعق الا بعد التأكد من عدم وجود صواعق اخرى او مواد متفجرة اخرى قربه .
- ١١ - عدم حمل الفتيل ونقله دون اهتمام في الطقس البارد . بل يجب تدفئته قبل الاستعمال لكي يحافظ على سرعة اشتعاله المحددة .
- ١٢ - وضع شريط لصق عازل حول وصلة الصاعق والفتيل وخاصة اذا كان طول الفتيل يتجاوز القدم .
- ١٣ - عدم محاولة اشعال الفتيل باللهب المباشر .
- ١٤ - عدم مسك البادىء باليدين عند الاشتعال ، بل يوضع على الارض ثم يشعل .
- ١٥ - عدم اتصال جهاز التفجير الكهربائي الا بعد ان تكون العبوة جاهزة للتفجير وان تكون قد اتخذت كافة اجراءات الامان .
- ب - فيما يخص المواد المتفجرة وعمليات التفجير :
 - ١ - عدم تركها عرضة لاشعة الشمس المباشرة .*
 - ٢ - الرقابة الشامة على جهاز التفجير الكهربائي والتأكيد بأن يكون بحوزة قائد مجموعة التفجير .
 - ٣ - استعمال مواد مقاومة للماء في حالة التفجير تحت الماء .
 - ٤ - عدم وضع المتفجرات داخل ثقب او حفرة عن طريق الضغط ، فاذا كانت العبوة اكبر يتم توسيع الحفرة .
 - ٥ - عدم استخدام معدات معدنية في المتفجرات ، بل خشبية ، أو زجاجية او بلاستيكية .
 - ٦ - لا نحاول عمل حفرة قريبة من اخرى فيها عبوة متفجرة .

- ٧ - تبريد الحفرة الحارة قبل وضع العبوة فيها .
 ٨ - عدم ترك عبوة متفجرة مكشوفة في مكان الانفجار، خاصة إذا كانت نتيجة الانفجار انطلاق شظايا .
 ٩ - عند استخدام القنابل في التفجير، يجب انتظار ثلاثين دقيقة على الأقل لمعاينة المكان إذا فشلت عملية التفجير .

كيف يمكن الكشف عن المواد الكيميائية بواسطة أنواع الأشعة المختلفة

التحليل النظري :

لكل جزء من مادة له مجموعة طاقات، ويشكل هذا المجموع الطاقى بشكل عام نميز لكل مادة عن الأخرى . فأنواع هذه الطاقة هي :

- ١ - طاقة حركة الإلكترونات في الذرات المكونة للمادة
 - ٢ - طاقة حركة نواة كل ذرة حول الوضع التوازني في الجزء (الطاقة الاهتزازية)
 - ٣ - طاقة دوران نفس الجزء حول نفسه بفعل مركز الثقل .
 - ٤ - الطاقة الصادرة عن تنقل الجزء بنفسه في الفراغ المتاح له
- وتعتبر الطاقة الانتقالية كميًا تابعة لدرجة الحرارة التي تتعرض لها المادة، وهي ثابتة ببات الحرارة. أما الثلاث مركبات الطاقية الأخرى فهي تابعة لنفس المادة وتتغير تبعًا لتغير المادة .

تتفاعل الجزيئات لكل مادة مع المجال الكهرومغناطيسي بقوانين ثابتة تمامًا حيث أنها تمتص أو تشع وحدات طاقية كهرومغناطيسية، والتي تناسب مع الانتقال الطاقى للإلكترونات من مدار إلى مدار.

أما الطيف الجزيئي فهو يمثل العلاقة بين كثافة الإشعاع أو امتصاص الطاقة الكهرومغناطيسية من الجزيئات المكونة للمادة العينية من ناحية دخول الموجة أوذبذباتها من ناحية أخرى .

الاطياف الامتصاصية للطاقة الكهرومغناطيسية مستخدمة أكثر من الاطياف الاشعاعية في عملية الكشف عن الطاقة الدورانية رقم (٣) في عملية الكشف عن المواد، وذلك لسبب ظهورها في حالات عديدة وفي جميع المواد ولذا فهي غير مميزة لمادة عن أخرى، وكذلك فهي تظهر في الطرف البعيد من طيف الأشعة تحت الحمراء . بالإضافة لهذا لكي يظهر الطيف الدوراني للمادة، يجب على الجزء أن يدور عدة دورات حرة قبل أن تصطدم الجزيئات ببعضها البعض وهذا الشرط الأخير في حالة المواد الغازية أو أبخرتها فقط .
 ولذا، فالمعلومات التي نحصل عليها من الطاقة الاهتزازية للمواد فهي تحدد إلى مدى كبير التركيب الهندسي للمادة .

اما الانتقالات الالكترونية الناتجة عن الطاقة الدورانية فتظهر في مجال الاشعة تحت الحمراء للطيف .

فالطيف الاهتزازي يعطينا معلومات عن :

- ١ - قوة الروابط الكيميائية في الجزيئات المكونة للمادة .
- ٢ - التحديد النوعي لبعض المجموعات الكيميائية ، وعلاقتها مع بعضها البعض .
- ٣ - للمواد العضوية مهم أن تعرف أنها معنية بالمجال المتوسط من الاشعة تحت الحمراء في الطيف الاشعاعي ، والتي تم البحث عن مجموعة كبيرة من المواد العضوية من حيث التركيب .

طاقة حركة الألكترونات والطيف الاشعاعي لها :

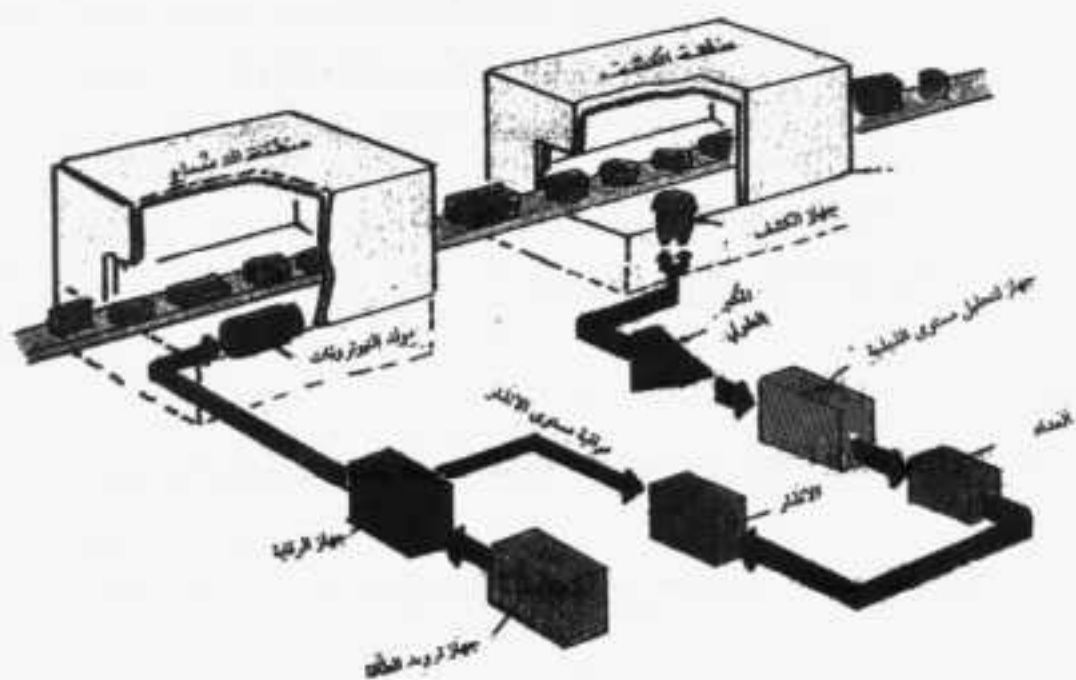
هي أعلى طاقة كيميا والتي تميز الانتقال الالكتروني من مدار الى مدار آخر في نفس الذرة . وتظهر في الطيف الاشعاعي هذه الانتقالات الالكترونية بين المدارات في مجال الاشعة فوق البنفسجية ، والاشعة المرئية ، ونادرا ما تظهر في مجال الاشعة تحت الحمراء القريب .

الطيف الاشعاعي للانتقال الالكتروني يعطينا معلومات عن التركيب الكلي لجزيئي المادة أو تركيب أقسام من الجزيء .

الاجهزة المختصة بقياس القدرة الامتصاصية للمواد في مجالات مختلفة من الطيف الاشعاعي تسمى SPECTROPHOTOMETERES أو SPECTROMETERES تعمل هذه الاجهزة بواسطة تعريض المواد المعينة للاشعاع ويتم ثم جيل شكل الاشعاعات المخترقة للمادة من الناحية الاخرى في نفس الوقت الذي تتغير فيه طول الموجات الصادرة .

أما الاختلاف الجوهرى بين هذه الاجهزة فهو يكمن في المصدر الاشعاعي ، والمواد التي يتكون منها المشور الزجاجي لمرور الاشعة من خلاله ، ومستقبلات أشعة مختلفة .

أما فيما يتعلق بالاسلاك الكهربائية فهذا الموضوع الان هو قيد الدرس ، حيث أن المواد المعدنية هي التي تكشف بالدرجة الاولى ولكن هناك مواد كيميائية أخرى والتي يمكن الاستعاضة بها عن الاسلاك الكهربائية ، والتي لا يمكن كشفها بطريقة أو بأخرى . وتبقى مشكلة المصدر الكهربى والتي يجب مراعاة الحالة حين استخدامها .

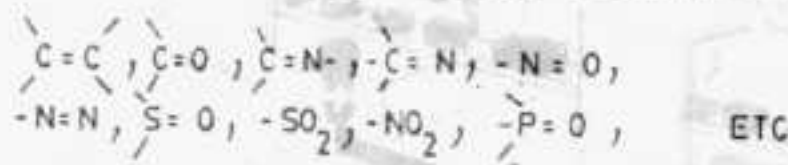


الْفَصْل (٦ - ٧) جهاز تكثيف البخيرات داخل الخدوب

استخدام الاشعة فوق بنفسجية والمرئية
وتطبيقاتها في الكشف عن المواد

يعطينا استخدام الاشعة فوق البنفسجية والمرئية في حل المشاكل التالية :

- ١ - الحصول على معلومات عن تركيب الجزئيات ، وظهور روابط
 - ٢ - تحديد تركيز المواد العضوية تحليليا بناء على قوانين LAMBERT-BEER لاطياف
- تصاص الطاقة في هذا المجال الاشعاعي هي الكترونية ، وذلك لان الالكترونات عندما تنص هذه الطاقة تنتقل من مدار الى مدار آخر.
- وهذه الاطياف تقع في مجال (nm) [200-1000]
- من طول الموجات الكهرومغناطيسية في الطيف الاشعاعي .
- وفي هذا المجال تكشف المجموعات الكيميائية التالية :



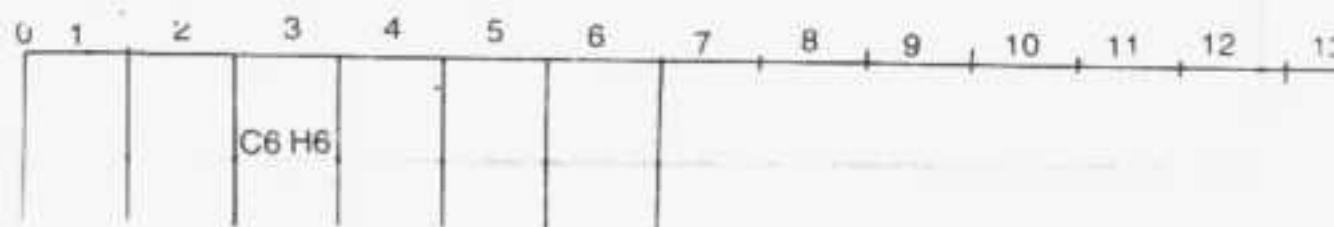
(200 10 00) [nm]

إذا كانت المادة مركزة فتظهر عند طول الموجة ما يزيد على (100 000 nm) مما يتطلب
 غفيرا وذلك لتسهيل الكشف عنها.
 يصعب كشف المادة إذا اذيت في مادة تشابهها من حيث التركيب الكيميائي.

٢٠. التردد المغناطيسي النووي

يستخدم هذا المبدأ في تصميم أجهزة كشف عن المواد. هذا المبدأ هو كشف عدد
ليز وتونات ويعني ذلك ذرات الهيدروجين المرتبطة بالكربون، الأكسجين الكبريت الآزوت
النيتروجين) وخلافه.

ويستطيع الجهاز تسجيل البروتونات للذرات منفردة مجموع البروتونات والنوترونات ذلك لان الاخيرة لسبب مجال مغناطيسي ، ينعكس على شاشة الجهاز أو أداة التسجيل يستخدم لذلك عادة OSCILSCOPE



MASS SPECTROSCOPE:

معطيات الكتلة

ويعمل هذا على مبدأ القنبلة بالالكترونات على المواد المراد معرفتها، والذي يؤدي بدوره الى تفتيت المادة الى أيونات والتي تسجل بدورها بشكل أطيافاشعاعية. تتم عملية القنبلة الالكترونية في الفراغ أي تحت أقل بكثير من الضغط الجوي. لا يمكن استخدامها في الوضع العادي.

عادة تستخدم :

ULTRAVIOLET — INFRARED — MASSSPECTROS: NUCLEAR MAGNETIC
RESONANCE—

وعامة : طرق البحث الطيفية وفي حالات غير ثابتة لا تكفي للتحديد الدقيق لتركيب المواد والذي يجب أن يبحث فيه بطرق أخرى.

بعد كل ما تقدم عن طرق الكشف عن المواد الكيميائية، والتوضيح النظري للتركييب المختلفة والمبادئ الأساسية التي تعمل عليها أجهزة الكشف علينا مراعاة ما يلي :
١ - الكشف عن مادة الهيكسوجين من أصعب المهمات أمام أي كان من الأجهزة الالكترونية بكل مبادئها وذلك للأسباب التالية :

أ - بثاير مادة RDX - الهيكسوجين - كمنادة كيميائية وذلك لسبب التركيب الكيميائي الثابت للمادة - أن هذه الخاصية هي أهم ما يميز هذه المادة عن غيرها من المواد المتفجرة .
ب - سهولة إزالة الحامضية الناتجة عن وجود حامض النتريك والتي تؤدي بدورها الى تفكيك كيميائي مصدره بذلك بعض غازات النتروجين والتي يتم عن طريقها كشف المواد المتفجرة .

ج - سهولة تغليف المادة RDX (الهيكسوجين) بمواد بلاستيكية لزجة ومن ثم تحفيها وتغريها والتي لا يمكن كشف مادة على الإطلاق .

د - يمكن كشف مادة RDX (الهيكسوجين) بواسطة كلاب خاصة ومدربة تدريباً خاصاً على عملية الكشف عن هذه المادة .

بالنسبة للمواد الكيميائية الأخرى، سهل الكشف عنها، لأنها تكون حول نفسها أبخرة تحتوي على عنصر الأزوت أو أزوت مع الأكسجين أي أكاسيد الأزوت المختلفة N_2O_3 - NO_2 ، وهام جداً، ذلك للفرق عن مادة الهيكسوجين (RDX) هناك طريقة التغليف بمواد بلاستيكية لاصقة كالصمغ والمصوغ من مادة البولستير POLYSTER والتي نستطيع إخفاء المواد المتفجرة الى حد ما .

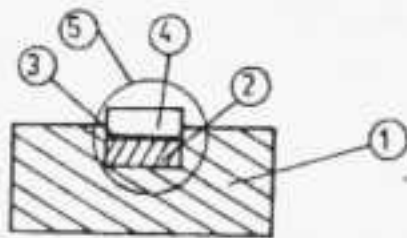
أما بالنسبة للأسلاك الكهربائية والمصدر الكهربائي، فيمكن التغلب على مسألة الأسلاك وذلك بالاستعاضة عنها بأنابيب بلاستيكية ومملوءة بهاء يحتوي على ملح طعام

والذي يجعل الماء موصلا قويا للكهرباء، مما يعني أننا نستطيع التغلب على مسألة الاسلاك بموصلات كهربائية أخرى.

هناك مواد بلاستيكية موصلة للكهرباء أيضا إليها يمكن استخدامها أيضا كأسلاك لعضلة الباقية حتى الآن هيأنه لم نجد حلا لمسألة إيجاد بطاريات مولد للكهرباء لا تحتوي على معدن. أو إيجاد مثل هذه البطاريات والتي تحتوي على معدن الخارصين - الزنك ولكن بشكل لا يظهر على الشاشة الالكترونية الكاشفة.

الصواعق الكيميائية الجاهزة الحاوية للمؤقتات:

يمكن الاستعاضة عن مجموعة الصّاعق والمصدر الكهربائي والاسلاك الكهربائي لصاعق كيميائي مؤقت والذي يمكن استخدامه بشكل دقيق مع العبوات المطلوب تفجيرها.



الشكل العام:

١ - العبوة الناسفة

٢ - مجموعة مواد الصاعق الكيميائية.

٣ - الطبقة السميكة البلاستيكية المؤقتة للصاعق

٤ - الحامض الكيميائي المسبب لانفجار الصاعق بعد تآكل الطبقة البلاستيكية

٥ - العلبة البلاستيكية الشاملة للمواد الكيميائية والطبقة البلاستيكية المؤقتة لمجموعة الصاعق.

تعليق خاص:

حسب ما أرى أن أفضل طريقة للتفجير والتي لا يمكن كشفها سواء عن طريق الاسلاك أو المصدر الكهربائي أو نوعية العبوة الناسفة وطرق ربطها المختلفة هي:

١ - استخدام مادة RDX كعبوة ناسفة

٢ - استخدام الصاعق المؤقت الكيميائي وذلك بدون أسلاك أو مصدر كهربائي على الإطلاق.

أهم ما يميز هذه الطريقة للعمل هي عدم احتوائها على أي معدن يمكن كشفه غير الأجهزة الالكترونية الحديثة المستخدمة في مراكز المراقبة.

اجراءات الامان في تصنيع المواد المتفجرة والتعامل معها

ان حقيقة كون جزيئات المواد المتفجرة مرتبة بشكل يجعلها قابلة للاشتعال او الانفجار، يفرض عليها احتياطات واجراءات شديدة في التعامل معها وفي طرق تصنيعها.

في عمليات التصنيع ، فإن اكثر المواد خطورة هي :
أ - البارود الاسود .

ب - النيترو و غليسرين والمركبات التي تحتوي O-Nitro .
ج - المواد البادئة وخللائطها .

لذلك فإن عمليات تصنيع هذه المواد يجب ان تكون مجهزة بحيث يتم السيطرة عليها عن بعد ، وعدم تواجد اي شخص قرب هذه المصانع .

لكن السيطرة عن بعد يجب ان تكون محكمة تماما ودقيقة وبشكل سليم الا ان اي خلل في ذلك سوف يؤدي الى حصول حوادث وكوارث . فالعمل الاوتوماتيكي دائما بحاجة الى اشخاص للسيطرة عليه ومراقبته .

كما ان السيطرة على درجة الحرارة والتحكم بها عن بعد ضرورية جدًا في عمليات النترجة وفي تصنيع المتفجرات البادئة وفي خلط المتفجرات الصناعية والحشوات الدافعة وخاصة اللادخانية .

هناك كراسات حول اجراءات الامان في تصنيع وتداولها وتخزينها المواد المتفجرة ، تذكر على سبيل المثال الكراس الياباني وعنوانه : اجراءات الامان في المواد الكيميائية النشطة : Safety from Active Chemicals وقد تم انجازه عام ١٩٨٢ من قبل العلماء بوشيدا وتامورا واينو واري واش . ويتضمن بنودا من ضمنها :

١ - مخاطر الانفجار والاشتعال للمواد الكيميائية النشطة (الفعالة)

٢ - تقييم وتقدير المخاطر الناتجة عن الطاقة عند اشتعال هذه المواد او انفجارها .

٣ - تنبؤات حسابية لانفجار هذه المواد او اشتعالها او الحرارة الناتجة عن تفككها .

٤ - الفحوصات الثابتة المتعارف عليها للمواد الكيميائية النشطة

٥ - فحوصات هذه المواد عبر حواجز متعددة وتأثيرها عليها

٦ - تقييم شامل لمواصفات هذه المواد

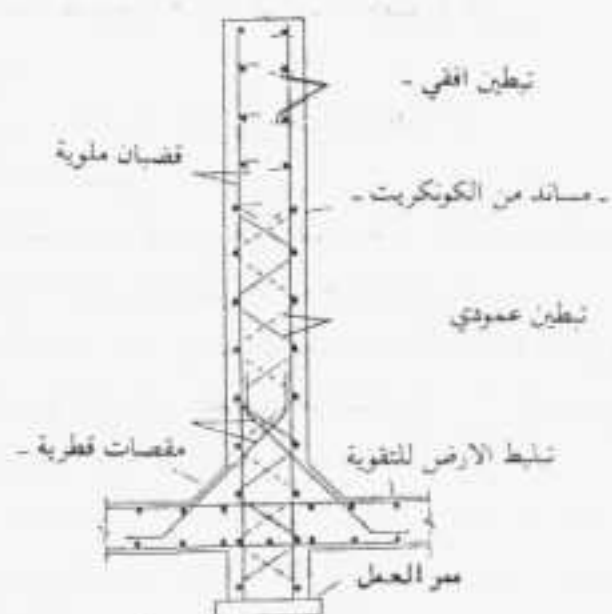
٧ - نشاطات وصلاحيات منظمات الامان في دول اخرى .

٨ - فعالية جهاز الطوارئ للمواد الخطرة

٩ - الاجراءات الاحترازية في حالة حصول زلزال .

مصانع المتفجرات :

بعد الحوادث المتكررة التي حصلت في مباني مصانع المتفجرات ، فقد اصبح الاتجاه يميل نحو مبان لهذه المصانع تستطيع ان تمنع او تحد من انتشار موجة الانفجار الى اجزاء اخرى داخل المبنى او الى بنايات اخرى مجاورة . وهكذا تخفف من الدمار والضرر الناتج عن انفجار يحدث في احدها . ان جزءا من هذه المباني هي بنايات قوية ومتناسكة تحت الارض .

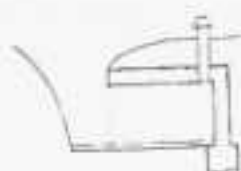


الشكل (٣ - ٧) : صورة لخائط مبطن بالكونكريت



الشكل (٣ - ٧)

مبنى حفيف لصناعة النير وغليسرين مع مداخل مباشرة الى الطوابق العلوي والسفلي



الشكل (٣ - ٩)

بنية تحت الارض مخصصة لصناعة النير وغليسرين

الا ان هذه البنايات مكلفة جدا ومساحتها محدودة وتجهيزاتها صعبة من ناحية المداخل والتهوية والانارة. . . الخ مما يجعلها مكلفة جدا والجزء الاخر والاحدث هو عبارة عن مبان خفيفة فوق سطح الارض لتفادي الكلفة العالية.

في هذه المباني يتم تجهيز ارضية المصنع بصفائح من الرصاص (خاصة في مصانع النبتة وغليسرين)، تكون نهايات هذه الصفائح ملوثة وملتصقة بالحائط بعلو عشرة سنتيمترات وذلك لاحتواء المواد المتفجرة السائلة التي قد تنسكب وعدم السماح لها بالانتشار خارج المبنى، ويتم تنظيفها وغسلها مرة واحدة في الاسبوع على الاقل. من مخاطر المباني فوق سطح الارض هي تأثرها بالبرق والصواعق وكذلك عند الانفجار تتطاير منها شظايا تؤثر على الافراد والبنايات القريبة منها.

من اجراءات الامان في هذه المباني هو صنع لوحة على المدخل تحدد عدد العاملين المسموح تواجدهم معا في نفس الوقت. وكذلك تحدد عدد المعدات القابلة للكسر داخلها، مثل القناني والدوارق وموازين الحرارة لما قد تسببه في انفجار المادة اثناء سقوطها وانكسارها. وهناك دراسة مقدمة من قبل كاي Kaye حول تطويرات في هذه المباني لتخفيف الاضرار الناجمة عن الحوادث، وفيها يقترح عمل الجدران مبطنة بالكونكريت، لامتناس موجة الانفجار.

وفي دراسات حديثة نقترح تصميم مبان كابنة، او مبان تمتص موجة الانفجار بعمل عدة طبقات من صفائح مثقبة وسهلة التهوية من زوايا وقضبان حديدية بشكل (Z). مما يسمح بتشتت موجة الانفجار وتسيبها في حالة حصول اي حادث. في الصفحة التالية نشاهد اشكالا وتصاميم لبعض المباني الارضية وتحت الارض.

ان التلوث الناتج من المتفجرات يكون سببه في الدرجة الاولى اثناء عمليات التصنيع ويسبب الاحماض التي تستخدم في النترجة. اضافة الى خواص المواد المتفجرة الفيزيائية والكيميائية وتأثيرها على الوسط المحيط من اشخاص وتجهيزات وكذلك المركبات الثانوية الناتجة من انفجارها او تفككها اثناء تصنيعها. كما ان المواد السائلة ومياه المجاري الناتجة من اثناء عمليات التصنيع اما ان تكون عالية الحموضة او القلوية مما يتطلب زيادة في استهلاك الاوكسجين، او تحتوي على مواد صلبة ذائبة فيها او غير قابلة للذوبان اضافة الى الكبريتات والنترات الذائبة والزيوت والشحوم العالقة بها.

لذلك يجب اتخاذ اجراءات وقائية اهمها اختيار الكادر المختص والمتعمرن في عمليات التصنيع للاشراف عليها، واستمرار الدورات التدريبية لهم، والسيطرة المحكمة على طرق التصنيع، وفصل المياه الملوثة عن المياه الخالية من التلوث في هذه العمليات وتطبيق استخدام الطرق والوسائل السليمة في مكافحة التلوث.

من الوسائل المستخدمة بعد الدراسة الشاملة في تخفيف كمية الهواء والغازات الخارجة الى الجو وكذلك المياه والوسائل التي يتم دفعها الى المجاري والمواد الصلبة العالقة بها ومحاولة فصلها عنها .

وللتخلص من المياه والوسائل وتخفيف مستواها يمكن اتباع اي من الوسائل التالية :
١ - تخفيف كمية المياه والوسائل الذاهبة الى المجاري بعد اعادة استعمالها في التصنيع والتبريد .

٢ - فصل المياه والوسائل شديدة التلوث ومعالجتها قبل تخفيفها او التخلص منها .
٣ - باستخدام خزانات ترسيب لمعالجة الماء وفصل الجزيئات الصلبة عنه بعد ترسيبها .

٤ - بتطبيق مبدأ القوة الدافعة المركزية باستعمال الدوران المركزي لفصل المواد الصلبة العالقة .

٥ - باستخدام راتنجيات التبادل الايوني لتركيز المواد الملوثة وتجميعها .
٦ - بالطرق البيولوجية لتحويل نيتروجين النترات وفصله في ظروف بمعزل عن اوكسجين الجو .

٧ - في حالات خاصة جدًا ونظرا للتكلفة العالية، يمكن استخدام مبخرات لتركيز احجام صغيرة من المياه وفصل الاملاح عنها بواسطة الضغط الاسموزي المعاكس .



الجدول (٣-٢) في الجدول التالي نشاهد هذه المواد واضرارها وطرق التخلص منها.
التلوث من قبل المواد المتفجرة ومشتقاتها

المادة	التأثير	وسائل التخلص والحد من اضرارها
الاحماض التي تذوب في الماء	سامة وتؤدي الى تآكل المواد	المعادلة بالمعالجة مع الجير الكلسي او محاولة استعادتها للاستفادة منها
النترات	سامة وتزيد من محتوى المواد الصلبة في البيئة	تعالج بواسطة التبادل الايوني
الكبريتات	تزيد من نسبة المواد الصلبة وتعطي رائحة في الاجواء قليلة التهوية	التبادل الايوني والترسيب مع الكالسيوم او الباريوم
الفوسفات	تلوث البيئة	الترسيب مع الكالسيوم او عناصر الارض النادرة
الحلات والاستيريات العضوية.	سامة. وتزيد من الطلب على استهلاك الاوكسجين الذائب وتزيد من نسبة الحموضة في الجو	المعالجة البيوكيماوية. ومعادلة الاحماض والتخلص منها بواسطة الحرق
الماء الزهري (مركبات النيتروجين)	مادة سامة وتلوث الماء	الامتصاص بواسطة الفحم (الكربون) او بواسطة الراتنجات البوليمرية، والاكسدة الكهربائية. الخ.
البقايا الصلبة: - الحشوات الدافعة والمتفجرات	مواد خطيرة وقد تكون سامة. لا يمكن طمرها مع الارض ولا حرقها في الاجواء المفتوحة.	يتم حرقها داخل افران خاصة ومعالجة الغازات الناتجة عن ذلك وكذلك بواسطة معالجتها مع مواد كيميائية اخرى لتغير مواصفاتها وخواصها.

تكملة جدول (٣ - ٢)

الملوثات الخاملة (غير فعالة كيمياويا)	قد تكون سامة تسبب تشوها في المنظر والطبيعة.	حرقها في غرفة احتراق مزدوجة (ثنائية)، ومرزجها مع مواد اخرى.
- الرواسب الناتجة	ضارة	تعالج بواسطة الحرق
الفحم المشع الملوث (الفحم المنشط)	يسبب في تلوث الجو اذا ما تم حرقه	التجديد الحراري في افران دوارة مسخنة بطريقة غير مباشرة. استبدالها بمواد بوليميرية، ثم استعادة المحلول واستبداله. وتجديد او استعادة الكربون المنشط بالحل الحراري بواسطة الصهر.

د - عدم الانفجار

١ - المسببات :

- بشكل عام يعني عدم الانفجار : انه عبارة عن عبوة متفجرة تحت عملية بدء تفجيرها
ولسبب او لآخر لم تتم عملية التفجير . وهذه الاسباب هي :
- ١ - فشل في اشعال الفتيل .
 - ٢ - بواديء لا تطابق المواصفات التقنية .
 - ٣ - التوصيل الكهربائي او غير الكهربائي غير كامل .
 - ٤ - الفتيل او المادة المتفجرة حصل تغير في مواصفاتها بسبب الوقت او التخزين او اي
عوامل خارجية اخرى .
 - ٥ - الصواعق المستعملة ضعيفة وقوتها غير كافية لاحداث التفجير .
 - ٦ - الدائرة الكهربائية او غير الكهربائية غير كاملة التوصيل .
 - ٧ - مولد الكهرباء اليدوي غير صالح .
 - ٨ - استعمال صواعق كهربائية مختلفة في نفس التيار .
- كما يجب الحذر في وضع العبوات ووصل البواديء وتركيبها، وفي توصيل الدورات
الكهربائية واللاكهربائية لان ذلك يساعدنا في تقليص احتمالات عدم الانفجار . واذا
استطعنا وضع طريقتين مختلفتين للتفجير في آن واحد فهذا عمليا يلغي كافة احتمالات عدم
الانفجار .

٢ - طريقة التعامل مع عدم الانفجار:

قبل القيام بالكشف على اسباب الانفجار، يجب الانتظار على الاقل ثلاثين دقيقة على البدء في عملية التفجير فاذا كان السبب هو ضعف في الصاعق فائنا نستطيع تبديله بعد مرور هذه المدة، وفي حالة المتفجرات التالفة فلا يجب اهمالها، بل يجب تجميعها واعدادها حتى لا يحدث اي حادث مؤسف.

هـ - اتلاف المواد المتفجرة

عندما لا تعود هناك حاجة للمتفجرات او ان تكون هناك امكانية انتقالها الى ايدي العدو، عندئذ يجب اتلافها.

أ - اتلاف المتفجرات الناسفة

معظم المتفجرات باستثناء الصواعق يمكن اتلافها حرقا، لذلك عند اتلافها نختار مكانا آمنا ومناسبا يكون معزولا عن السكان ولا يسبب لهم اول للممتلكات اي اضرار، وذلك بمراعاة المسافة الامنية.

كذلك من الاجراءات الاخرى انه فقط يتم اتلاف نوع واحد من المتفجرات في كل مرة ولا يجب الخلط ابدا، كما يجب التأكد من عدم وجود اي صاعق مع المتفجرات التي تريد اتلافها حرقا، كما يجب ان لا يجري حرق المتفجرات في صناديق او في حفر عميقة، ان الكمية المسموح بها يجب ان لا تتجاوز المئة باوند لكل دفعة توضع فوق اوراق او اي مادة قابلة للاشتعال فوق سطح الارض، كما يجب عدم الذهاب الى مكان الاتلاف طالما نشاهد لها او دخانها، وبالنسبة لمتفجرات النيتروجليسرين فان حساسيتها تزداد بزيادة الحرارة (الديناميت) وبما ان بعض المتفجرات تشتعل بصعوبة لذلك يجب وضعها فوق مخدة من المواد القابلة للاشتعال كالخشب والنجارة او الورق... الخ ويمكن اضافة مادة الكبروسين عليها، ويجب عدم اشعال المادة المتفجرة مباشرة، بل اشعال المواد التي تتركز عليها المتفجرات لكي تعطي الوقت الكافي للشخص الذي يشرف على عملية التفجير بالانسحاب الى مكان آمن قبل ان تصل النار الى المواد المتفجرة. وكل المواد المتفجرة بشكل عام حساسة للصدمة على درجات الحرارة العالية، لذلك يجب عدم الدس على هذه المواد التي لم تشتعل ولا على الرماد حتى تبرد كلها، وعندما يتم حرق اي مادة متفجرة فيجب قلب الارض التي تم فيها الحرق وحرثها، ذلك لانها تترك نتيجة الحرق املاحا جذابة لكنها سامة للكائنات الحية. اما المواد المتفجرة القابلة للذوبان في الماء فاننا نضيف اليها الماء بعد احراقها مثل البارود الاسود ونترات الامونيوم لابطال مفعولها تماما. والمواد المتفجرة التي

تغيرت مواصفاتها هي اخطر بكثير من المواد المتفجرة العادية في التعامل معها وتداولها . فقط الاشخاص ذوي الخبرة العالية في التعامل مع المتفجرات يستطيعون تداول المتفجرات النيتروغليسرينية ، والازيد ، والفولنات ، والبيكرات او اي مادة غير معروفة الهوية . وتوضع المتفجرات المراد اتلافها على طبقة من المواد القابلة للاشتعال ، اما الصناديق التي كانت فيها المتفجرات او علب الكرتون او الاوراق التي كانت ملفوفة فيها فيجب معاملتها كمواد متفجرة يراد اتلافها . وبقايا مركبات النيتروغليسرين على الارض يمكن معالجتها بواسطة محلول مكون من : ١١ / ٢ جزء من الماء + ٣١ / ٢ جزء من كحول + جزء من الاسيتون + باوند من كبريتيد الصوديوم التجاري تركيز ٦٠٪).

ب. اتلاف او اعدام الصواعق

الصواعق المراد اعدامها توضع في رزم كل رزمة فيها ١٠٠ صاعق . اما الصواعق الكهربائية فيتم تقطيع اسلاكها على بعد انش واحد من طرف الصاعق وخطوات الاعدام هي كما يلي :

- ١ - ضع الوعاء الذي يحتوي على الصواعق في قاعدة الحفرة .
 - ٢ - ضع عبوة بادئة وزن ١ / ٢ باوند من المتفجرات في اعلى الوعاء السابق .
 - ٣ - ضع ورقة او قطعة من القماش في اعلى البادئة وذلك لمنع تراكم الغبار والرمل والتراب على العبوة حيث قد يشكل طبقة عازلة بين العبوة البادئة والصواعق .
 - ٤ - فجّر العبوة البادئة .
 - ٥ - بعد الانفجار اذهب للتأكد بحذر من عدم وجود صواعق لم تنفجر بعد .
- اننا نعي بالصواعق التالفة التي وصلتها الرطوبة او الصدأ وكلها يتم اعدامها حسب الخطوات السابقة ، اما الصواعق التي قد تآكل غلافها المعدني كلياً او جزئياً فانها تصبح خطيرة جداً في التعامل معها وفقط يتم نقلها من قبل اناس مختصين .

الفصل الرابع

طرق التفسير ووسائله
تفسير العيون المتفجرة



khadija1417@hotmail.com
zubeiddah1417@hotmail.com
ISLAMIC MEDIA CENTER

كما ذكرنا في الفصول السابقة، فإنه يتم التحكم بتفجير المواد المتفجرة بواسطة البوادي. وقد اوردنا تفصيليا عينات متعددة لهذه البوادي من كبولات وفتائل امان وصواعق وفتائل متفجرة وغيرها.

ان بوادي المتفجرات القوية تتكون من وحدات عبوات متفجرة متصلة مباشرة بصاعق تفجير، وتتكون بوادي المتفجرات الضعيفة من فتيل امان او اي مشعل مولد للحرارة واللهب او مولد للشرار مع ذلك الجزء من العبوة المتصلة بالمشعل. وعملية وصل المادة المتفجرة بالصاعق او المشعل هي ما نسميها بعملية البدء والتجهيز، ومن اجل تجهيز عبوة مادة ال تي. ان. تي فإنه يكفي تحضير بادي واحد عبارة عن صاعق، او صاعق مع بوستر.

ان موجة التفجير يمكن ان تنتقل عبر اي وسط (الهواء، والتراب والماء) مما قد يتسبب في تفجير مواد اخرى قريبة وعلى مسافات بعيدة فمثلا انفجار قالب تي. ان. تي وزن ٢/١ باوند يتسبب في تفجير قالب اجر على بعد قدم واحد منه، وعملية التفجير التي تتم بهذه الطريقة تسمى التفجير بواسطة التهيج، او الانتشار او التعاطف، وطرق التفجير متنوعة ومتعددة تختلف عن بعضها باختلاف العامل الخارجي الذي يتسبب في احداث الشعلة وفي تفكك المادة المتفجرة، نوجزها كما يلي:

أ- طرق التفجير الكهربائي: يستخدم في هذه الطرق اي مصدر كهربائي يكون كافيا لاشعال المشعل او المادة الحساسة فينتقل اللهب الناتج الى الصاعق فينفجر ويقوم بدوره بتفجير المادة المتفجرة او العبوة.

ب- طرق التفجير اللاكهربائية: وتتم بواسطة عامل ميكانيكي او كهربائي او فيزيائي... الخ. ونوجزها:

١- الوسائل الكيميائية: عند تفاعل بعض المواد الكيميائية مع بعضها بعضا ينتج عن هذا التفاعل اما لهب او كمية كبيرة من الحرارة. فتستغل لاشعال المادة الحساسة المجاورة لها او تفجيرها وينتقل الى الصاعق ثم منه الى العبوة.

٢- الوسيلة الطرقية: تستعمل في هذه الوسيلة كبسولة عادية وطارق (كالابرة او المسار) وينتقل اللهب من الكبسولة الى الصاعق...

٣- الاحتكاك: عند احتكاك جسم خشن بجزيئات مادة حساسة مثل ازيد الرصاص او فولنات الزئبق فانها تنفجر.

٤- الحرارية: عند تسخين جسم معدني او غيره يحتوي بداخله على مادة حساسة للحرارة كمعظم المواد المتفجرة وخاصة البادئة والنيتروغليسيرين فانها تنفجر.

٥- الصوتية: بعض المواد حساسة للامواج الصوتية العالية فتنفجر.

٦- وسائل اخرى كالرطوبة والاهتزاز والشرارة واللهب... الخ.

ان استخدام اي من وسائل التفجير الكهربائي او اللاكهربائي ينبع الامكانيات

والسهولة المتاحه . ولكل منها فوائدها وعوائقها . فاكثرا ما يميز التفجير الكهربائي على الالكهربائي هو انه في حالة عدم اكتمال عملية الانفجار، نستطيع المذهب فورا لمعرفة السبب ومعالجته . كذلك فانها افضل في حالات التدريب لكونها اكثر امانا في التعامل معها . وفي حالة تفجير مواد صلبة ينتج عنها كمية كبيرة من الشظايا مما يدفع الى اتخاذ احتياطات ومساافة امان اكبر ، كالقولاذ والكونكريت وغيرها ، فيجب تفجيرها كهربائيا كلما امكن . ومن عوائق هذه الوسائل الكهربائية ان استعمالها خطر اثناء وجود امطار وصواعق في الجو (البرق والرعد) ، وكذلك خطورة الشحنات الكهربائية الساكنة اضافة الى ان المعدات الكهربائية المستخدمة متعددة ومتعبة وفي حالة توصيل عبوات متتالية يجب ان تكون هناك معرفة عامة بالنظريات الكهربائية .

ج - ادوات اخرى :

١ - البوادي :

كثير من المتفجرات غير حساسة للانفجار لذلك يجب وضع مادة حساسة للانفجار بينها وبين الصاعق وهذه المادة تسمى باليوستر او مكبر موجة التفجير حيث تفجير الانفجار الصاعق وتقوم بدورها بتفجير المادة الاقل حساسة والعبوة كما تسمى بالبادي ، معظم البوادي . البريطاني الصنع المعمولة من البارود القطني والثر بل وزنها او نصف واحدة (٣١ غرام) ثلاث الصاعق رقم (٨) .

٢ - القليل المتفجر :

تستعمل سواء في الاغراض المدنية او العسكرية قد تتكون من مادة ال بي . اي . تي . ان ، او ال تي . ان . تي ، او اي مادة متفجرة قوية وحساسة ، تغطي هذه المادة بطبقة من القماش او البلاستيك والرصا ص او اي مواد اخرى عازلة وسرعة انفجارها قوية ويجب تفادي ثيها او طيها حتى لا ينتج عن ذلك كسر في مجرى المادة المتفجرة ويتوقف الانفجار بعد ذلك .

٣ - الصواعق :

معظمها شبيهة بالبريطانية رقم (٦) ورقم (٨) وقد تختلف عن بعضها في الطول او القطر .

التعامل مع المتفجرات وفحصها :

ان مواصفات اي مادة متفجرة يجب اخذها كامر مسلم به مسبقا بل يجب فحصها وذلك لتغير مواصفاتها مع مرور الزمن .

١ - فحص وحدة التغليف (العلبة، القالب، الخرطوشة) لمعرفة السوائل التي خرجت من السطح فإذا ما كان هذا السائل هو البتر وغليسرين الخارج عن الديناميت يجب اتلافه فوراً

٢ - فحص حساسيته للطلقة :

نضع مقدار باوند واحد من المادة المتفجرة ونطلق عليها النار من بندقية فإذا لم ينفجر من خمس طلقات أو أكثر فإننا نعتبره في هذه الحالة غير حساس للاحتكاك أو الصدمة علماً بأن الديناميت بأنواعه ينفجر بالطلقة

٣ - لفحص تأثيره باللهب نعمل ما يلي :

نأخذ ما يعادل أونصة واحدة من المادة (٣١ غرام) ونضعها على ورقة أو أي مادة أخرى قابلة للاشتعال ثم نشعلها ونسحب إلى مكان أمين ونسجل ملاحظاتنا حول النقاط التالية لون اللهب، سرعة الاشتعال، وهل تنصهر المادة أم لا؟ كمية الدخان الناتج ولسونه... الخ ونقارنها بمواصفات مادة متفجرة معروفة ويجب إعادة الفحص بين الفترة والأخرى لمعرفة ثباتية هذه المادة مع التخزين والوقت.

٤ - وللمعرفة قابلية المادة للانفجار بالصاعق العادي نضع وحدة من هذه المادة (كمية صغيرة) ونضع فيها صاعقا فإذا لم تنفجر نضع صاعقين ثم ثلاثا إلى أن تنفجر.

١ - وسائل التفجير الفورية :

إن عملية التخريب وحرب العصابات دائما وغالبا ما تتطلب سرعة التنفيذ قد تتم في ثوان معدودة. لذلك فإنه من الأنسب استعمال وسائل غير كهربائية وفورية للتفجير والتي سوف نناقشها لاحقا.

٢ - وسائل التفجير المؤقتة :

سوف نناقش مع الفقرة السابقة طرق تفجير مؤقتة صامتة لادخانية في الفصول القادمة.

ب - تركيب بواديء الصواعق :

إن كل بواديء الصاعق يجب تركيبها بأجهزة التفجير بدقة تامة ويجب أن تكون مثبتة بها تثبيتا جيدا مما يقلل من احتمالات الفشل الناتجة عن عدم الاهتمام والحماس... الخ.

١ - المتفجرات الصلبة :

في الشكل (٤ - ١) نلاحظ جهازا لتثبيت المتفجرات الصلبة بأدوات التفجير مما يؤمن لنا توصيلا سليما حيث يستعمل لقوالب المتفجرات المزودة بأداة تثبيت مستنة.

وفي حالة عدم توفر هذه الوسيلة فنستطيع تثبيت ادوات التفجير بالعبوة بواسطة البلاستر أو ربطها بالحيط أو الشريط . اربط الحيط أو الشريط جيدا حول القالب تاركا بعض الانشأت منه بعد عمل العقدة وأمن جهاز التفجير بربطه بواسطة الحيط أو الشريط حول الفتيل .

٢ - المتفجرات البلاستيكية :

يتم توصيلها حسب ويوضع الصاعق بطريقة تكون حوله كتلة من المتفجرات تغطي ما لا يقل عن $1/2$ انش من طوله ويمكن عمل الثقب داخل الكتلة البلاستيكية بواسطة طرف الكماشة أو بواسطة عود من الخشب، ويمنع البتة ادخال الصاعق بقوة داخل الكتلة لتتلافى احتمالات انفجاره بسبب الضغط أو الاحتكاك . وبعد ادخال الصاعق تتم عملية ضغط الكتلة البلاستيكية عليه باليد لكي لا يبقى فراغ بين الصاعق والكتلة المتفجرة حيث ان الفراغ قد يسبب في عدم انفجار المادة أو ان تنفجر انفجارا جزئيا . وبما ان المتفجرات البلاستيكية تكتسب مرونة وتصبح لينة جدا بازدياد درجة حرارة الجو، لذا يجب تعليقها اذا ما اردنا المحافظة على شكل معين كما انها تصبح صلبة وهشة على درجات حرارة منخفضة، الا انه يمكن تليينها بواسطة حرارة الجسم أو بهاء دافئ .

٢ - العبوات الشاطرة الضعيفة :

ان عبوة نيترات الامونيوم الشاطرة، يجب ان تكون مزودة بجهاز تفجير عندما تستعمل داخل ثقب في الصخور أو المباني أو المناجم أو غيرها حيث ان هذا يقلل من احتمال عدم الانفجار وذلك لكونها توضع في ثقب أو حفر عميقة ليس من السهل الوصول اليها ثانية، وفي حالة استعمالها للتفجير تحت الارض يجب ان تكون مقاومة للماء .

ولكل طريقة من هذه الطرق فوائد وعوائقها، فاكثرا ما يميز التفجير الكهربائي على اللاكهربائي هو انه في حالة عدم الانفجار نستطيع الذهاب فورا لمعرفة السبب ومعالجته واثناء التدريب فان العبوات المتفجرة القريبة من مواد صلبة كالفلاذ والكونكريت . الخ يجب تفجيرها كهربائيا كلما امكن وذلك لتجنب الحوادث، ولكن بمعدات كهربائية متعددة ومتعبة كما انه في حالة توصيل عبوات متتالية يجب ان تكون هناك معرفة عامة بالنظريات الكهربائية . ومعدات التفجير اللاكهربائي ليست متعددة ومتعبة كالاول وتتطلب معرفة اقل في الوضع والتركيب للعبوات من الطريقة الكهربائية، ولكن مساوئها تكمن في ان احتمالات عدم التفجير فيها اكثر من الكهربائية حيث ان وسائلها تتأثر بالرطوبة والظروف الجوية

والحاصل . . . لكن معظم هذه المساويء يمكن تلافيها او تقليلها اذا ما روعيت وسائل التخزين السليم والتعامل معها بحذر واهتمام والتفيد التام بالتعليمات للتركيب والتوصيل .

ب - طرق التفجير اللاكهربائي :

١ - المتفجرات القوية :

المعدات المطلوبة للتفجير الكهربائي نناقشها حسب فائدتها النسبية .

١ - ادوات التفجير :

تشمل تلك الاجزاء الموصولة مع العبوة المتفجرة التي تقوم بتفجيرها ابتداء من : (١) كبريت ، وفيتل امان وصاعق او (٢) فتيل كيميائي ، او ميكانيكي او كهربائي للصاعق .

فتيل الامان للتفجير :

ان فتيل الامان حساس للرطوبة ، لهذا ينصح دائما بقص القطعة التي في الطرف والمكشوفة (تقريبا طول ٣ انش من طرف اللفة) وعملية قص الفتيل تكون بواسطة قطعة او سكين جافة ، ويتم ادخال الفتيل في الصاعق بواسطة قصه بشكل مستقيم وتصغير القطر الذي بداخل الصاعق بواسطة فركه بين الاصبع الكبير والشاهد . وعند اخراج الصاعق من علبة التي كان محفوظا فيها يجب قلبه الى الاسفل لازالة ما قد يكون بداخله من مواد عازلة للرطوبة اما عملية توصيل الفتيل بالصاعق فتتم كما يلي :

عندئذ نضع الاصبع الشاهد عند فتحة الصاعق ونستعين بالاصبعين الثالث والرابع كدليل نسترشد به اذا ما تمت العملية في الظلام وذلك عند قرص طرف الصاعق لتثبيته مع الفتيل . وبعد ذلك نقوم بقرص الصاعق على الفتيل عند فتحة الصاعق اخذين بعين الاعتبار ان عملية قرص الصاعق اذا كانت قريبة من منتصف الصاعق او الكبسولة بداخله فانها قد تسبب انفجاره واذا كان طول الفتيل اقل من ١٢ انش فيجب ايضا تثبيته اضافة الى ما سبق بواسطة بلاستر تلصيق ، وعملية توصيل الفتيل بالصاعق يجب ان لا تتم الا قبل عملية التفجير مباشرة .

٣ - الديناميت :

يمكن توصيل جهاز التفجير بالديناميت بواسطة عمل ثقب للصاعق في اصبع الديناميت بواسطة عود من الخشب او طرف الكماشة ، ثم ندخل الصاعق ونثبته بربطه بخيط على الاصبع

- ١ - التوصيل عبر نهاية الاصبع .
 - ب - التوصيل الجانبي .
 - ج - التوصيل بواسطة الفتيل المتفجر .
 - د - توصيل قالب نترات النشا بالفتيل المتفجر .
 - هـ - توصيل قالب نترات الامونيوم بالفتيل المتفجر .
 - و - الصور (٤-١٣) تبين طريقة الربط الثلاثية للعقد في الفتيل المتفجر .
- ومن الممكن عمل لفتين او ثلاث لفات من الشريط ثم نقوم بعمل العقدة بعدها ، كما تبين الصورة طريقة غير جيدة للتوصيل .
- ز - هناك عملية توصيل كاملة بحيث بعد وصل الفتيل بالعنوة يتم تثبيتها بواسطة البلاستر .

جهاز التفجير المقاوم للماء : -

عندما يتم استعمال العبوات المتفجرة تحت الماء او في ارض رطبة جدا يجب ان يكون جهاز التفجير مقاوما للماء بشكل جيد ويجب ايلاء الاهتمام بان تكون كافة الوصلات محكمة جدا لمنع الماء من التسرب عبرها ، حيث ان قطرة واحدة من الماء تكون كافية لابطال مفعول الفتيل او الصاعق كما ان كل العبوات يجب ان تكون مزودة بجهاز تفجير .

- ١ - لجعل جهاز الاشعال مقاوما للماء :
- ١ - اقطع غلبة الكبريت التي يتم الاشعال بواسطتها الى حجم يسمح بوضعها داخل البالون مطاطي ذي حجم مناسب مع ملاحظة عدم ابقاء اي زاوية حادة قد تسبب في اذواء البالون او حرقه وثبته في الجزء الاسفل للبالون (القاعدة) .
- ب - ثم اعزل جزء غلبة الكبريت بواسطة بربطه بخيط من المطاط .
- ج - اقطع الفتيل بحيث ينكشف مجرى البارود بداخله بطريقة تسمح بادخال عود من الثقاب في البارود ثم ادخل هذا الطرف داخل البالون .
- د - ثبت البالون واربطه باحكام .
- هـ - ضع قليلا من الشمع او الصابون حول المنطقة من الصاعق التي تم تثبيت الفتيل فيها .
- و - ضع الصاعق في بالون اخر وثبتها كما ذكرنا سابقا .



الخطوة الاولى: اترك طول ٩ انشات



ب - الخطوة الثانية لفها بشكل ملتصق من بنطها ومتراس قدر الامكان



ج - الخطوة الثالثة: الربط. اسحب الطرف طريقة ربط اللفة الثالثة في وسيلة التضجير

لتضجير السليم ناه يتم باحدى الطرق الثلاث

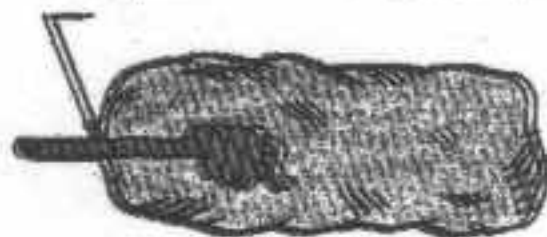


أ - ثلاث لفات حول القبول داخل العبوة



قبول مزدوج بملقة داخل القالب

التوصيل الغير سليم: الحجر من الدرجة المتخلفة سوف يتم في اول نقطة اتصال الشكل ٢٨



نظم هذه التضجير داخل البورت

الشكل (٤-١٣)

ان جهاز التفجير هذا يجب وصله بالطريقة الاعتيادية وفي حالة استعمال قوالب صلبة من المتفجرات يجب زيادة قطر فتحة الصاعق بقدر البالون . ولكي تتم عملية التفجير والاشعال بهذه الوسيلة نمسك قطعة علبة الكبريت بيد وعود الثقاب بيد اخرى ونشعله ونتيجة للهب الشعلة فان البالون قد يخرق ولكن هذا ليس مهما وذلك لان البارود قد بدأ يشتعل .

٢ - جعل معدات اخرى للتفجير مقاومة للماء :

معظم المعدات الميكانيكية من الممكن استعمالها كمشعلات لفتيل الامان يجعلها مقاومة للماء ، ومن الممكن وضعها داخل بالون من البلاستيك او المطاط .

المتفجرات الضعيفة والبارود الاسود :

ان المشعل في هذه الحالة ياخذ دور الصاعق عندما تريد اشعال المتفجرات الضعيفة حاليا فان طولاً معيناً من فتيل الامان يشكل جهاز البدء للبارود الاسود ،

البارود الناعم او بشكل جبيبات :

نضع في ورقة شكلها كاصبع الديناميت كمية من البارود الاسود بطول ٣ انش ثم نجرد الفتيل في نقط تبعد الواحدة عن الاخرى مسافة ٢ انش (حيث ينتقل اللهب منها الى البارود الاسود المحيط بها) ثم نعمل عقدة في نهاية الفتيل وذلك حتى لا ينفصل البارود بالسحب

البارود في شكل اقراص :

ياتي معبأ في ورق بشكل خرطوش وحيث ان هذه الاقراص مثقوبة من مركزها ، لذلك يكفي ادخال الفتيل المجرد في عدة نقاط منه داخل هذه الخرطوشة لكي يتم الاشعال حيث يتم ادخال الفتيل على الاقل مسافة ٢ انش داخل الخرطوشة

٣ - العبوات الجاهزة :

أ - العادية :

يجب تجهيز العبوات قبل ترتيبها ووضعها، وعندما يتم التخطيط لعملية نسف جسر أو نفق ما، يتم ترتيب العبوات وفصلها عن بعضها بسهولة نقلها من قبل الأفراد ويتم تجهيزها في مكان العملية ومن ثم يوضع الفتيل المتفجر فيها ثم تربط بأحكام وتزود بأجهزة الالتصاق كالمغناطيس إذا كان الهدف من الحديد أو تربط بقطع من القماش على الهدف أو أي وسيلة أخرى لتثبيتها على الهدف.

وللتقليل من إمكانية عدم الانفجار نرودها بجهاز تفجير حيث أن هناك قاليين من ضمن العبوة تم تزويدهما بوسيلة التفجير حيث إذا لم يتفجر أحدهما انفجر الآخر حيث أن هناك وسيلتين للتفجير وهذه الطريقة مستحسنة في التدريب وفي تفجير أهداف ذات شظايا كثيرة ولتوصيل وسيلتي تفجير إلى شريطين متفجرين في عبوة واحدة بحيث أن فتيل الأمان والصاعق يثبتان على الفتيلين المتفجرين ثم نستعمل البلاستر لتثبيتها كما أنه يجب مراعاة بأن وسائل التفجير يجب تركيبها قبل تثبيت العبوة على الهدف ولكن لا يجب عدم توصيلها بالعبوة قبل وضعها على الهدف.

العبوات الثابتة المقاييس والشكل:

أن العبوات البلاستيكية هي الأكثر استعمالاً في أعمال التخريب وهذا السبب يعود لقوتها الانفجارية العالية ومرورتها في التشكيل. وكما أن معظم الآلات الصناعية وأجهزتها معمولة من الحديد الصلب، فإن بضع غرامات من المادة المتفجرة كافية لحدوث أضرار فيها غير قابلة للإصلاح.

- ١ - يستعمل فتيل متفجر ثلاثي العقدة يربط من وسط الفتيل نفسه بطول أربعة أقدام
- ٢ - أقسم قالب ال سي - ٤ (٢, ٥) باوند) أو قالب سي - ٣ (٢, ٢٥) باوند) إلى قسمين متساويين.
- ٣ - انزع غلاف القالب عنه.
- ٤ - اقطع نصف القالب بشكل عرضي من منتصفه.
- ٥ - ضع الفتيل المتفجر في كل جزء من ربع القالب الناتج.
- ٦ - ضع كل ربعي قالب فوق بعضها بعضاً بشكل يكون في طرف كل واحد عقدة واضغط القالب لتعبئة الفراغ الناتج من الفتيل.
- ٧ - اعد وضع الغلاف على القالب وغطه بالبلاستر.
- ٨ - لمزيد من الأمان ثبت فتيلي التفجير بقطعة من البلاستر كل ١٠ انش.

٩ - ضع مادة عازلة مقاومة للماء على طرفي نهاية الفتيل المتفجر واتركها تحف.

١٠ - ثبت الفتيل المتفجر حول العبوة
يمكن عمل هذه الخطوات على القالب كله اذا ما احتجنا الى كميات كبيرة من المواد
المتفجرة لتفجير هدف واحد.

مخطط رقم ١٠ - تفجير هدف واحد.

اجهزة الفتيل المتفجر:

كثير من اعمال النسف والتدمير تحتاج الى التفجير المتتالي لعبوات متعددة وهذا
يستحيل عمله دون الفتيل المتفجر اذا ما استعملنا وسائل غير كهربائية للتفجير، وهنا نورد
عدة وسائل للتفجير باستعمال الفتيل المتفجر، لتفجير اكثر من عبوة.

أ - التفجير المستقيم (توصيل الفتيل بشكل «مستقيم»).

يستعمل هذا عندما تكون الاهداف في خط مستقيم (كما في الجسور الحديدية) ولا
ينصح استعمال فتيل متفجر واحد بل يوضع اثنان متلاصقان بشتان كل ١٠ انش بقطعة من
البلاستر. ويجب ان يكون الخط الرئيسي ملاصقا للهدف قدر الامكان والخطوط الفرعية
التي تنفرع عن الخط الرئيس تكون متصلة بالرئيس بطريقة تكون الزاوية لا تقل عن ٦٠ من
الجهة التي يتم فيها التفجير. وفي حالة عدم التقيد بهذا فان احتمالات عدم انفجار العبوات
الفرعية تزداد. اما طريقة ربط الفتيل وتوصيله فسوف نناقشها لاحقا في الفقرة (هـ).

مخطط رقم ١١ - تفجير مستقيم.

ب - التفجير المستدير (توصيل الفتيل بشكل حلقات دائرية):

تستخدم هذه الطريقة عندما يكون خطان متوازيان من الاهداف مفصولان عن
بعضهما بمسافة جانبية. مثلا في محطة توليد كهربائية كبيرة وايضا عندما تكون قياسات
الهدف غير معروفة، فان التوصيل الدائري هو اكثر ملاءمة واقتصادية في الوسائل
المستعملة.

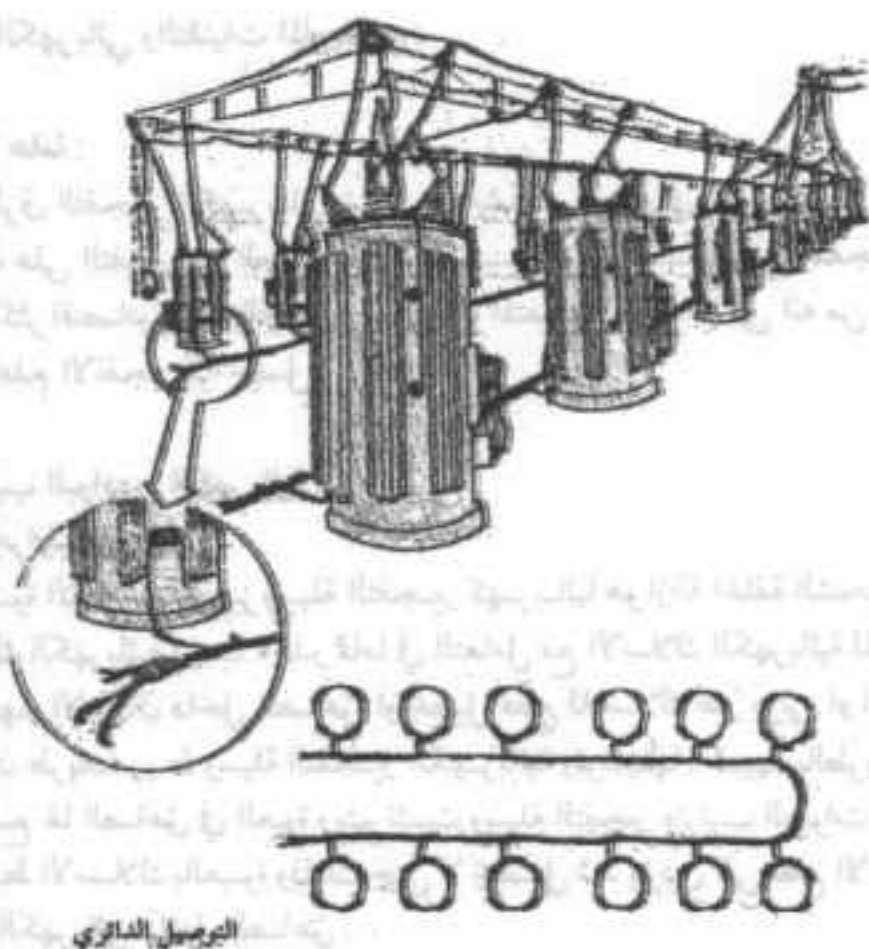
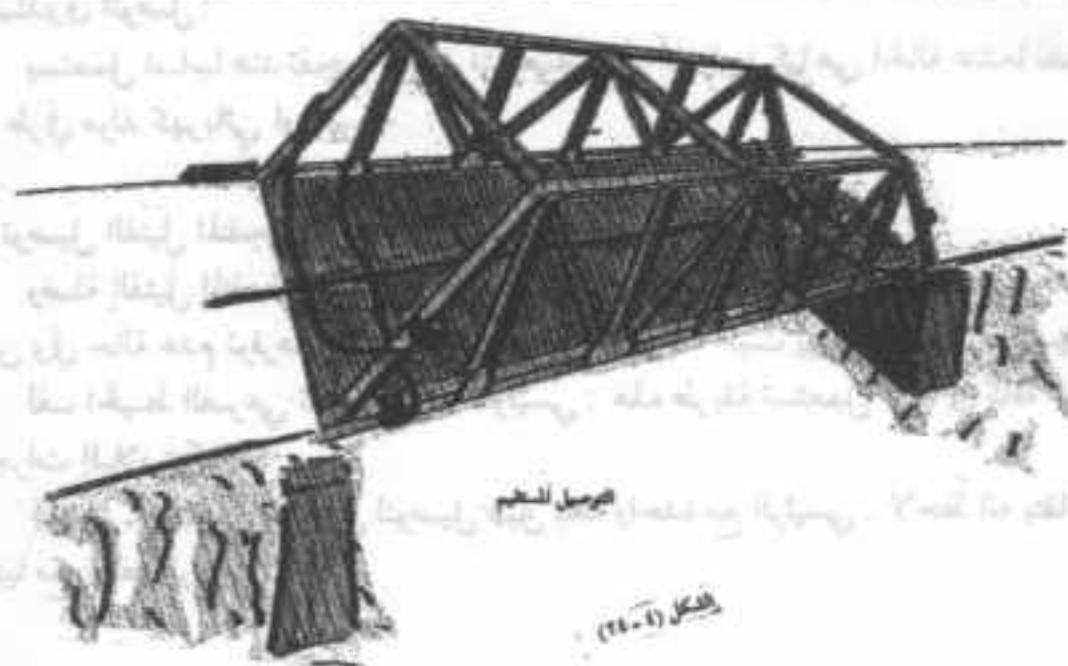
مخطط رقم ١٢ - تفجير مستدير.

ج - التوصيل المتسلسل:

يستعمل التوصيل بشكل رئيسي في نسف خطوط السكك الحديدية.

مخطط رقم ١٣ - توصيل متسلسل.

مخطط رقم ١٤ - تفجير متسلسل.



الشكل (١-٢٦) : التوصيل للمحرك

د - صندوق الوصل :

يستعمل اساسا عند تفجير عبوتين متلاصقتين في آن واحد كما هي الحالة عندما نضعه على طرفي مولد كهربائي او مضخة . . الخ .

هـ - توصيل القتل المتفجر :

وصلة القتل المتفجر : تستعمل لتوصيل طرفي القتل المتفجر او توصيل قتلين ببعضها ببعض وفي حالة عدم توفرها نستطيع استعمال طريقة الربط حيث يربط القتلان ببعضهما .
لف الحيط الفرعي ثلاثيا حول الرئيسي : هذه طريقة تستعمل غالبا في كافة انواع المتفجرات البلاستيكية .

غيرت - هيتش : تستعمل لتوصيل قتل بلفة واحدة مع الرئيسي . لاحظ انه يتقاطع عموديا مع الحيط الرئيسي .

التفجير الكهربائي والتقنيات الملحقه به :

١ - نبذة عامة :

طرق التفجير الكهربائي تستعمل بشكل واسع في التفجيرات الصناعية وفي التدريب على التفجيرات العسكرية وذلك بسبب السيطرة التامة على التفجير بهذه الوسيلة كما انها اكثر اقتصادية في حالة تفجير العبوات المتعددة بالاضافة الى انه من السهولة كشف اسباب عدم الانفجار اذا حصل .

٢ - تركيب البواديء الكهربائية :

١ - المتفجرات القوية :

الخطوة الاولى في تجهيز وسيلة التفجير كهربائيا هو ازالة اغلفة الشحن من الصواعق والاسلاك الكهربائية ويجب الحذر تماما في التعامل مع الاسلاك الكهربائية للصاعق حتى لا يتلف جهاز الاشعال داخل الصاعق او يحصل قطع للاسلاك غير مرئي او اي ضرر آخر .
ان طريقة ربط وسيلة التفجير الكهربائية وتوصيلها ، شبيهة بالطريقة اللاكهربائية التي يوضع لها الصاعق في العبوة ويتم تثبيت وسيلة التفجير وترتيب العبوات . . . الخ حيث يجب ربط الاسلاك بالعبوة وذلك حتى لا يحصل شد يؤدي الى قطع الاسلاك او اتلاف المشعل الكهربائي داخل الصاعق .

ب - المتفجرات الضعيفة : (اما بشكل حبيبات او اقراص)

ان المشعل الكهربائي يقوم بنفس الدور الذي يقوم به الفتيل بالنسبة لاشعال المادة المتفجرة الضعيفة :

١ - اذا كان بشكل حبيبات ، ضع راس المشعل في منتصف الخرطوشة

٢ - الاقراص : اعمل ثقباً في نهايتي الخرطوشة ثم ادخل الاسلاك من احد الطرفين واخرجه من الطرف الاخر ، ثم ادخلها ثانية وشدها

١ - توصيل الاسلاك :

ان وسائل التفجير الكهربائية تتكون مما يلي :

١ - الباديء او البواديء

ب - اسلاك توصل كهربائية

ج - مصدر تيار كهربائي .

ان كل التوصيلات الكهربائية يجب ان تكون معزولة (الاسلاك غير مكشوفة) ويتم ذلك بواسطة قطع وصل خاصة وفي حالة عدم توفرها ، يتم العزل جيداً بواسطة البلاستر بحيث يتم عزلها جيداً بعضها عن بعض وعن الارض ، وقبل القيام بعملية التفجير ، يقوم شخص ذو معرفة وكفاءة بالكشف على التوصيلات كافة وعلى موقع العبوة .

ب - ربط الاسلاك وتوصيلها وشبكها :

اذا لم تكن الاسلاك مكشوفة يتم كشف ما طوله ٣ انشات من المادة العازلة ابتداء من نهاية السلك ، اما اذا كان العزل بواسطة الدهان او اي مادة ملصقة على السلك المعدني ، فيتم كشف هذا السلك بطرف السكين حيث يتم ازالة الدهان او المادة العازلة بواسطة قصها بالسكين ، او فركها بالرميل بين اصبعي الابهام والشاهد ثم تلف نهاية كل شريط اذا كان مكوناً من عدة اسلاك رفيعة بحيث تتحول وكأنها سلك واحد .
عملية شبك نهايتي سلك مع بعضهما بعضاً .

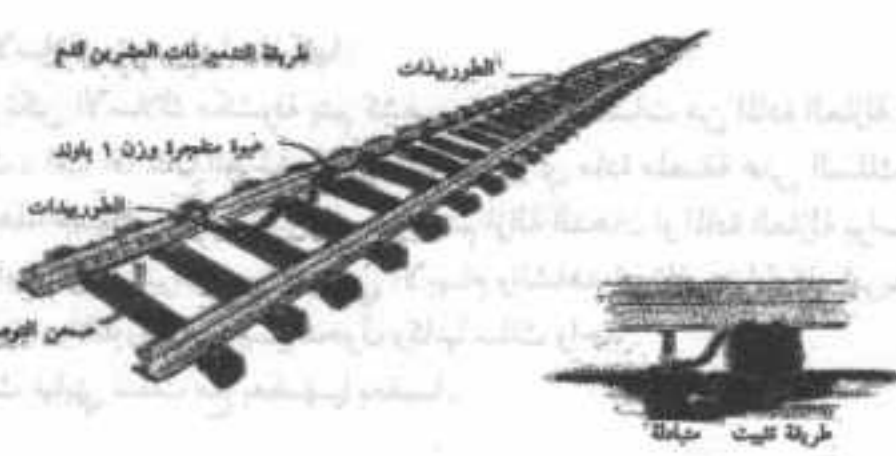
ان الوصلات المعزولة هذه يجب عدم وضعها على ارض رطبة او في الماء حيث قد تمتص التيار الكهربائي من الارض ، وفي حالة عدم توفر مواد عازلة نستعمل الحجارة او الخشب او حتى ورق التغليف لعزلها عن الارض .

ج - الدائرة الكهربائية :

هناك ثلاث دوائر كهربائية تستعمل لوصل الصواعق الكهربائية بالاسلاك وبمصدر



الشكل (٢٠-٢١)



الشكل (٢٧-٢٨)

الكهرباء: التوصيل بالتوالي، التيار المتوازي والتيار المتوازي المتوالي. فمن وجهة النظر التخريرية والتدميرية وبناء على الحاجة وسهولة العمل ينصح باستعمال التوصيل بالتوالي حيث ان الطريقتين الثانيةين تحتاجان الى وقت اطول للتوصيل والتثبيت والفحص وباستثناء بعض الحالات النادرة فانها بحاجة الى قوة تيار كهربائي اكبر من تلك التي تولدها آلة التفجير او المولد الكهربائي.

١ - الدائرة المتتالية (التوصيل بالتوالي):

هذه الدائرة هي عبارة عن ممر كهربائي مستقيم من المصدر الكهربائي وحتى الصاعق وتعود عبر السلك الاخر، وعندما يتم تفجير اكثر من صاعق، يربط احد اسلاك الصاعق الاول باحد اسلاك الصاعق الثاني والسلك الثاني من الصاعق الثاني باحد اسلاك الصاعق الثالث وهكذا. وعندما يتم توصيل الصواعق بهذه الطريقة، ويبقى السلك غير الموصول في الصاعق الاول والصاعق الاخير حيث هذه الاسلاك هي التي توصل بالمصدر الكهربائي كالبطاريات وآلة التفجير.

تحذير: حصلت هناك حوادث نتيجة تيارات كهربائية غريبة ناتجة عن طول الصاعق او الاسلاك الكهربائية، او الوصلات، ولتفادي ذلك يجب لف الاسلاك بعضها على بعض، وتبقى هكذا الى ان يتم شبكها مع بعضها بعضا وتوصيلها بآلة التفجير، وهناك طريقتان للتوصيل المتتالي:

١ - التوصيل الدائري

ب - التوصيل بطريقة ليبفروغ (LEABFROG) وهو عبارة عن توصيل مستقيم

٢ - التوصيل المتوازي والمتتالي المتوازي:

التوصيل المتوازي والمتتالي المتتالي يستعمل بشكل واسع في الاغراض الصناعية حيث يتم توصيل مئات الصواعق ببعضها ببعض لتفجيرها مرة واحدة، لكنها اضافة الى احتياجها لكمية كبيرة من الطاقة الكهربائية فإنها تحتاج الى معرفة بالمبادئ الكهربائية وحساباتها مما يتطلب وجود خبير لتوصيلها، وذلك حتى لا يحدث اي فشل كلي او جزئي في عملية التفجير.

د - الفحص:

١ - فحص الدوائر الكهربائية: ان الاخطاء في التوصيل والتماس الكهربائي لا يمكن الكشف عنها بواسطة الجلفانوميتر، لذلك يجب تحديدها بواسطة النظر اولا قبل البدء بعملية فحص التوصيلات الاخرى.

٢ - فحص اسلاك التفجير : يتم ايضا فحص السلك اثناء توصيله ولفه او عندما يكون حول عجلة اللف ثم بواسطة الجلفانوميتر .

١ - افصل الاسلاك في كل نهاية ، ثم اشبكها بالجلفانوميتر ، فاذا كانت الاسلاك سليمة فان ابرة مؤشر الجلفانوميتر لا تتحرك . اما اذا تحركت فهذا يعني ان هناك ماسا في الاسلاك .

ب - اربط الاسلاك مع بعضها في احد الاطراف . ثم المس الطرف المقابل من الجلفانوميتر عندها تتحرك ابرة المؤشر ، واذا لم تتحرك فهذا يعني ان هناك قطعاً في الاسلاك .

٣ - فحص الدوائر الموصلة بالتوالي :

بعد ان تكون كل العبوات موصلة وصلاً تاماً فاننا نوصل الاسلاك ونهايتي الاسلاك بالجلفانوميتر فاذا تحركت ابرة مؤشر الجلفانوميتر ، فان التيار كامل . واذا لم تتحرك فهذا يعني ان احد الاسلاك بين الصواعق غير متصل مع الاخر او اي مشكلة اخرى في التوصيل . لذلك يجب عمل ما يلي :

١ - اترك نهايات اسلاك التفجير مفتوحة .

ب - اتجه الى الجزء المضاد من نهايات سلك التفجير واصل الاجزاء (جـ) ، (د) (وهي عبارة عن سلك الصاعق وسلك التفجير) باطراف الجلفانوميتر . فاذا تحركت الابرة فهذا يعني ان هناك سلكا غير موصول جيداً سواء في الصاعق او في سلك التفجير ، او ان يكون السلك غير نظيف . اما اذا لم تتحرك الابرة فهذا يعني ان المشكلة موجودة داخل دورة الصاعق عند ذلك نعمل ما يلي : (جـ) .

جـ - اربط بالجزء (ل) من الجلفانوميتر سلكا موصلاً للتيار الكهربائي (ن) بحيث يكون طوله كافياً ليصل الى ابعد الوصلات في الدائرة الكهربائية . اربط الطرف الا بعد بالسلك (د) .

د - اوصل الوصلة (و) بطرف الجلفانوميتر الاخر . اي تحرك في ابرة المؤشر يعني بان اجزاء الدائرة (و) و(د) سليمة بعدها استمر حول الدائرة بفحص كل وصلة بالجلفانوميتر وهذا يعني ان السبب يكمن في هذا الجزء نفسه

٤ - فحص التوصيل المتوازي والمتوازي المتتالي :

كل جزء من هذه الدائرة يجب فحصه بشكل منفصل عن الاخر .

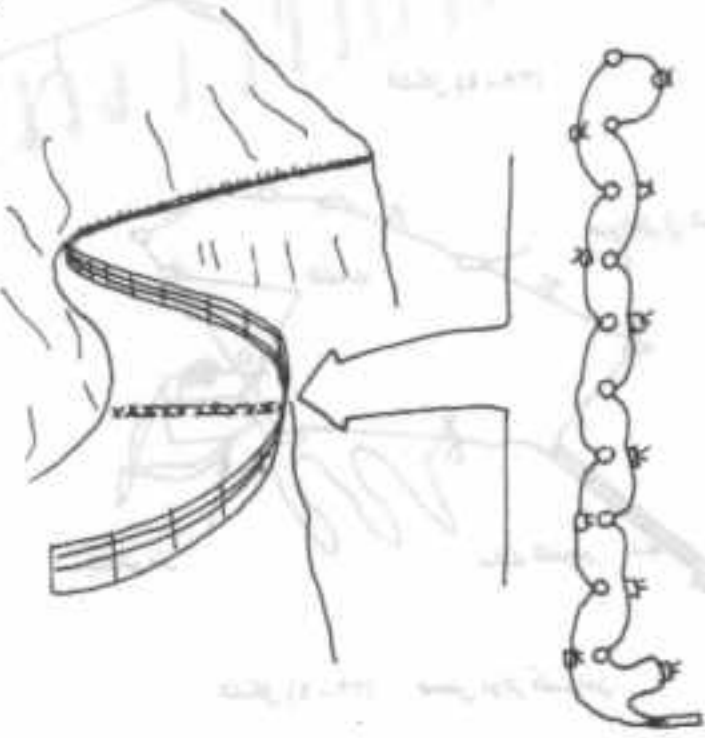
هـ - توصيلات آلة التفجير :

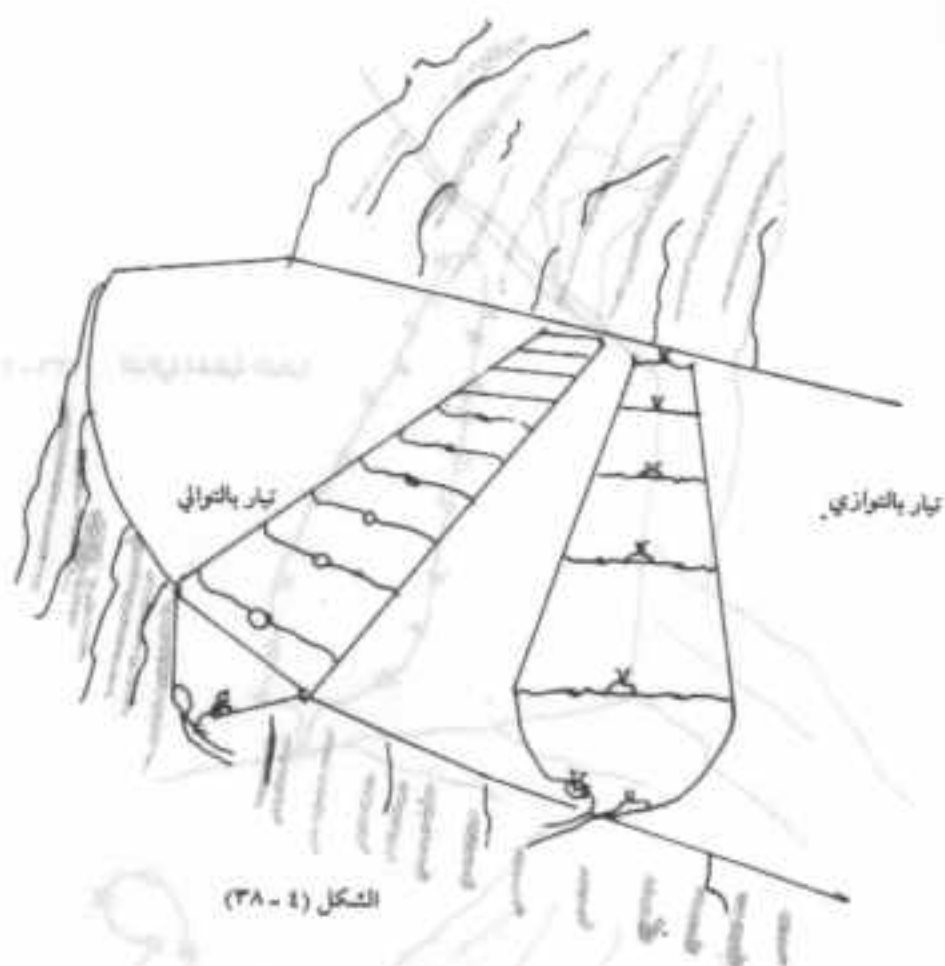
ان التوصيل بآلة التفجير لا يجب الا يتم قبل فحص كافة توصيلات الدائرة الكهربائية وقبل ان يكون اي فرد خارج منطقة التأثير بالانفجار عندها يتم تحديد نهايات



الشكل (٤ - ٣٦) الدائرة الحلقية المغلقة

الشكل (٤ - ٣٧)
الدائرة الكهربائية
المفتوحة (البروح)





الشكل (٤ - ٣٩) فحص دوائر الصواعق

الالة من اغطيتها وتوصل نهايات اسلاك التفجير بها ثم تعاد الاغطية الى مكانها . يجب ان نتذكر بان آلة التفجير يتم برمجتها حسب عدد الصواعق المراد تفجيرها دفعة واحدة ويتم التفجير بالتوالي عبر طول معقول للسلك .

٤ - حسابات قوة التيار : (تطبيق قانون اوم) :

هنا نورد ملخصا لحساب قوة التيار واحتياجاتها لدوائر كهربائية متعددة قد تشمل عددا متنوعا من الصواعق ، ويجب التقيد بما يلي :
١ - استعمل نوعا واحدا من الصواعق في نفس الدائرة الكهربائية .
٢ - لا تستعمل اكثر من (٣٠) صاعقا في كل مجموعة من التوصيل المتتالي المتوازي .
٣ - عندما يتم التوصيل المتوازي عبر مجموعات يجب وضع نفس العدد من الصواعق في كل مجموعة .

٤ - استعمل نفس النوع والطول من الاسلاك في كل جانب من مجموعات الدائرة المتوازية المتتالية .

تحذير : في التوصيلات بالتوالي والتوالي التوازي قد يحدث عادة ان لا تنفجر احدى المجموعات من الصواعق ، لذلك يجب الانتباه والفحص ثم اطلاق هذه الصواعق التي لم تنفجر بعد تحديد مكانها .
١ - قانون اوم :

لحساب عدد الصواعق التي يمكن تفجيرها مرة واحدة بواسطة مصدر كهربائي فان القانون الاساسي للكهربائي (قانون اوم) يجب فهمه ومعرفته وهذا نصه :
ان شدة التيار (بالامبير) تساوي قوة جهد القوة الدافعة الكهربائية (بالفولت) مقسومة على قوة المقاومة (بالاوم) (مقاومة الدائرة الكهربائية) .
شدة التيار = المقاومة / فرق الجهد
حيث يمكن وضعها بالصيغة التالية :
فرق الجهد = شدة التيار \times المقاومة

شدة التيار = الامبيراج ، فرق الجهد = الفولتاج ، المقاومة : مقاومة الدائرة (التيار) .
عبر هذا القانون نستطيع حساب التيار الكافي لتفجير اي عبوة نريدها وذلك بمعرفة هذا القانون ومعرفة كمية التيار الكافي لتفجير الصاعق . وفي الفقرات اللاحقة نورد امثلة لحساب التيار الكافي لتفجير صواعق موصلة بالتوالي ، والتوالي التوازي مع ملاحظة انه في الطريقتين الاخيرتين للتوصيل لا ينصح بوضع اكثر من خمسين صاعقا مرة واحدة .

تصبح ٤٠ قدما عبار ٢٠ كوج (٤٠ قدم ، ١٠ ، ٢٠ اوم لكل ١٠٠٠ قدم) .
يضاف اليها الثمانية عشر وصلة الاضافية للسلك عبار ٢٠ كوج مقسومة على اثنين

$$١٨ \times ٢٠ = ٣٦٠ , ٣٦٠ = \frac{١٠,٢}{١٠٠٠} \times ٣٦٠ , ٣,٦٧٢ = \frac{٣,٦٧٢}{٢} , ١,٨٣٦ = ١,٨٣٦ \text{ اوم}$$

وبذا يصبح مجموع مقاومة الاسلاك ٨,٦ = ١,٨ + ٦,٨ اوم .

مجموع مقاومة الدائرة الكهربائية :

معدل مقاومة الاسلاك ٨,٦ اوم + مقاومة الصاعق ٠,٢ اوم = ٨٨ اوم .

فرق الجهد = المقاومة \times شدة التيار ، فرق الجهد = $٦ \times ٨,٨ = ٥٢,٨$ فولت

لذا فان الدائرة يمكن تفجيرها بواسطة تيار قوته ٦ امبير . وفرق جهده ٥٣ فولت .

د - حساب احتياجات القوة لتيار موصول بالتوالي والتوازي :

الدائرة الكهربائية الموصولة بالتوالي التوازي يتم عملها بتوصيل عدة مجموعات من

الصواعق بشكل متوازي في هذه الحالة من الدائرة يكفي ١,٥ امبير لتفجير كل من هذه

المجموعات بغض النظر عن عدد الصواعق في كل مجموعة . لهذا فان الامبيراج الكلي يعادل

١,٥ ضعف عدد المجموعات .

١ - مقاومة السلك :

مقاومة السلم يتم حسابها كما في حالة التوصيل بالتوازي .

٢ - مقاومة الصواعق :

مقاومة الصواعق حسابها على قاعدة ٢ اوم لكل صاعق في اي من المجموعات

مقسمة على عدد المجموعات في الدائرة . هكذا ، دائرة كهربائية فيها ٥ مجموعات وفي كل

مجموعة ١٠ صواعق فان المقاومة الكلية للصواعق = $٢ \text{ اوم} \times ١٠ = ٢٠ \text{ اوم}$ مقسومة على ٥

مجموعات = ٤ اوم .

مثال حياي :

افرض دائرة من خمس مجموعات في كل مجموعة صاعقين موصولة بالتوازي بسلك

عبار ٢٠ كوج (٢٠ اوم مقاومة لكل ١٠٠٠ قدم بين كل واحدة واخرى مسافة اربعون

قدما ومتصلة بمصدر كهربائي بسلك طوله ٥٠٠ قدم مزدوج (ثنائي) عملية حساب

الامبيراج والفولتاژ تتم كما يلي :

الامبيرات = ١,٥ (امبير لكل مجموعة) \times ٥ (عدد المجموعات) = ٧,٥ امبير كل

مجموعة مقاومتها ٢ اوم اذا $٢ \times ٢ = ٤ \text{ اوم}$ مقاومة المجموعات الموصولة ، هناك خمس

مجموعات بالتوازي ، اذ مقاومة الصاعق داخل هذه الدائرة = $5 + 4 = 9$ ، 0.8 اوم مقاومة السلك الذي طوله 500 قدم ثنائي وسلك التوصيل طوله $40 \times 2 = 80$ قدما (20 كوج) $0.8 + 6.4 = 7.2$ اوم . بالاضافة الى ثنائي وصلات 40 قدما (20 كوج) مقسومة على اثنين $40 \times 80 = 3200$.

$$\frac{10.2}{1000} \times 3200 = 1.6 \text{ اوم}$$

الجدول رقم (٤-١) معلومات لاستعمالها في حسابات التفجير الكهربائي :

- ١ - التيار المطلوب لتفجير صواعق كهربائية موصولة بالتوالي = 1.5 امبير
- ٢ - التيار المطلوب لتفجير صواعق كهربائية موصولة بالتوازي = 6 امبير \times عدد الصواعق
- ٣ - مقاومة صاعق كهربائي خاص = 2 اوم
- ٤ - المقاومة الكلية لصواعق موصولة بالتوالي = 2 اوم \times عدد الصواعق
- ٥ - المقاومة الكلية لصواعق موصولة بالتوازي = 2 اوم \div عدد الصواعق
- ٦ - مقاومة سلك النحاس حسب الاقطار المختلفة

عدد الكوج	الاستعمال	القطر	نسبة الطول الى الوزن (قدم لكل باوند	المقاومة بالاولم لكل ١٠٠٠ قدم
٢	كافة الاستعمالات الثقيلة	١٠/٢	٥	٠.٢
٤	كافة الاستعمالات الثقيلة	١/٤	٧.٩	٠.٣
٦	كافة الاستعمالات الثقيلة	٦/١	١٢.٦	٠.٤
٨	خطوة الانارة	٨/١	٢٠	١.٦
١٠	خطوط الانارة	١٠/١	٣١.٨	١.٠
١٢	خطوط الانارة	١٦/١	٨٠	٢.٥
١٤	خطوط رصاصية عادية	٢٠/١	١٢٨	٤.٠
١٦	خطوط رصاصية عادية	٢٥/١	٢٠٣	٦.٤
١٨	خطوط رصاصية عادية			
٢٠	خطوط مزدوجة للتفجير			
	سلك توصيل عادي	٣٠/١	٣٢٣	١٠.٢

٢ - مقاومة الصاعق : لنفترض دائرة كهربائية يتناقص نسبياً (طردياً) بازدياد عدد الصواعق في الدورة الكهربائية. حيث أن التيار يجب أن يمر عبر عدد من أسلاك الصواعق لذا تكون المقاومة الكلية لعشرة صواعق خاصة موصولة بالتوازي : $10 \div 2 = 5$ اوم .

مثال حسابي :
افرض دائرة كهربائية تحوي عشرة صواعق متصلة بطريقة التوازي بواسطة سلك عيار ٢٠ كوج (مقاومة ١٠,٢ اوم لكل ١٠٠٠ قدم) والمسافة بين كل واحدة ٢٠ قدماً وهي موصولة بمصدر الكهرباء بواسطة سلك طوله ٥٠٠ قدم (مزدوج) (مقاومة ٦,٤ اوم لكل ١٠٠٠ قدم) فان الفولتاج المطلوب لاعطاء ٦ امبير عبر الدائرة يتم حسابه كما يلي :
وهكذا تكون المقاومة الكلية $1,6 + 7,2 = 8,8$ اوم + 18 اوم = $26,8$ اوم .
لان المقاومة الكلية تكون مجموع المقاومات الجزئية في هذه الحالة الحد الأدنى للفولتاج المطلوب لتفجير هذه الدائرة هو :
فرق الجهد : = شدة التيار \times المقاومة . $6 \times 26,8 = 160,8$ فولت .
فرق الجهد = $7,2 \times 9,6 = 69,12$ فولت .
لهذا يمكن تفجير الدائرة بواسطة مصدر كهربائي فرق جهده ٧٢ فولت وشدته ٧,٥ امبير .

من كل هذه الامثلة الحسابية نستنتج بان آلة التفجير الصغيرة لعشرة صواعق ذات تيار شدته ١,٥ امبير غير كافية لاعطاء تيار كهربائي لتفجير حتى الدوائر الكهربائية الصغيرة سواء موصولة بالتوازي او بالتوالي التوازي .

سعة وحدة الطاقة :
ان الاصطلاح او التسمية امبيراج - فولتاج لوحدة الطاقة او مولد الكهرباء تستعمل لتحديد عدد المجموعات من الصواعق التي يمكن وضعها في دائرة كهربائية بالتوازي التوالي وكذلك عدد الصواعق في كل مجموعة .
من اجل حساب سعة المولد تتبع الخطوات التالية :
١ - نقسم عدد امبيراج المولد على ١,٥ لتحديد عدد المجموعات التي يمكن وصلها بالتوازي .

٢ - نقسم عدد فولتاج المولد على عدد امبيراج الدائرة (١,٥ \times عدد المجموعات) لتحديد الحد الاعلى من المقاومة بالاوم الموجودة داخل الدائرة .
٣ - نطرح مقاومة اسلاك التوصيل واسلاك التفجير من المقاومة الكلية المسموح بها

والتي تم حسابها في الفقرة (٢) اعلاه. والناتج هو عبارة عن المقاومة المسموح بها للصواعق داخل الدائرة الكهربائية.

٤ - لعملية حساب الحد الأقصى من الصواعق لكل مجموعة تضرب المقاومة المسموح بها للصواعق داخل الدائرة بعدد المجموعات ثم نقسمها على مقاومة كل صاعق (٢٠٠ أوم).

مثال

افترض جهاز تفجير فيه:

- ١ - ٣ كيلو واط، ٢٢٠ فولت، ١٣,٥ أمبير (مولد الكهرباء).
- ٢ - دائرة كهربائية تحوي داخلها على صواعق خاصة.
- ٣ - سلك ثانوي طوله ٥٠٠ قدم.
- ٤ - سلك توصيل عيار ٢٠ كوج طوله ٢٠٠ قدم.

والآن من هذه المعطيات نقوم بعملية حساب الحد الأعلى من الصواعق في كل المجموعات المسموح بها في الدائرة الكهربائية وعددها كما يلي:

$$١٣,٥ \div ١,٥ = ٩ \text{ (عدد المجموعات الممكن وصلها بالتوازي)}$$

$$٢٢٠ + (٩ \times ١,٥) = ١٦,٢ \text{ أوم (الحد الأقصى من المقاومة المسموح بها للتيار)}$$

مقاومة الاسلاك هي عبارة عن مجموع مقاومات اسلاك التفجير ونصف مقاومة اسلاك التوصيل

$$= \frac{١٠,٢ \times ٢٠٠}{١٠٠٠ \times ٢} = ١ \text{ أوم (انظر الجدول رقم ٤)}.$$

إذا ما تم استعمال سلك التوصيل كاملاً في توصيل المجموعات والدائرة موصولة بالمولد بواسطة سلك التفجير كاملاً عندها تكون مجموع مقاومة الاسلاك يساوي $١ + ٦,٤ = ٧,٤$ أوم $١٦,٢ - ٧,٤ = ٨,٨$ أوم وهي الحد الأعلى من المقاومة المسموح بها للصواعق في الدائرة الكهربائية

الحد الأعلى من الصواعق لكل مجموعة = $٣٩,٦$ اي $٣٩ - ٤٠$ صاعقاً.

٥ - التفجير الكهربائي الثنائي المزدوج:

لتطبيق هذه التسمية لدى استعمال جهاز تفجير كهربائيين مستقلين، يجب أن تحتوي كل عبوة على يادئين كهربائيين يظهر الطريقة السليمة لتركيب وسيلة تفجير ثنائية

وسيلة تفجير ثنائية مزدوجة . وهذه الطريقة تكون عملية عندها يكون هناك متسع من الوقت لتركيب العبوة وتثبيتها كما في برامج التدريب .

٦ - وسائل التفجير المختلطة (كهربائي - لا كهربائي) :

كل عبوة تحوي باديء كهربائي وباديء غير كهربائي (أما أن يكون بواسطة صاعق طرقي أو قنابل متفجرة) أما إذا كانت هناك عبوات متعددة يراد تفجيرها مرة واحدة فيجب استعمال القنابل المتفجرة .

الشكل (٤-٤١) يبين لنا الطريقة السليمة لتركيب هذه الوسيلة الثنائية المختلفة عملياً ، يجب تركيب الوسيلة اللاكهربائية أولاً قبل عمل الدائرة الكهربائية وذلك للقيام بعملية التفجير إذا ما حدث ظرف طارئ لا يسمح بالبقاء في المنطقة .
أن كل ما تم ذكره سابقاً ينطبق في حالة توفر المواد والتحكم في السوق . الخ أما إذا لم تكن تتوفر بسبب أو لآخر فنذكر هنا كيفية الحصول عليها والبدائل .

أ - الاسلاك :

من الممكن استعمال اسلاك كهربائية أو اسلاك مخصصة للاتصالات السلكية في عملية التفجير مع ملاحظة أنه كلما قل قطر السلك زادت مقاومته للتيار الكهربائي وصغر حجمه وقل وزنه . أما إذا ازداد قطر السلك زاد الوزن والحجم وقلت المقاومة وصعب نقله . وقبل استعمال أي سلك في عملية تفجير يجب فحصه في منطقة بعيدة عن منطقة التفجير للتأكد من صلاحيته .

ب - مصدر الطاقة :

١ - يمكن استخدام بطارية السيارة المشحونة (حيث تعطي من ٦ - ١٢ فولت + ٣٠٠ أمبير خلال فترة قصيرة من الزمن) ولكون هذا الفولتاج منخفض لذلك ينصح باستعمال طريقة التوصيل بالتوازي (بدلاً من التوالي والتتالي - التوازي) ويكون سلك التفجير ذو قطر أكبر من العيار ١٨ كج .

٢ - يمكن استخدام بطاريات الفلاش (البطاريات الجافة) حيث فرق جهد كل بطارية هو ١,٥ فولت وقوة التيار ٦ أمبير لفترات قصيرة من الزمن مع ملاحظة أن بطارية واحدة منها تكفي فقط لتفجير صاعق خاص واحد وسلك تفجير قصير لذا يجب استعمال أكثر من بطارية واحدة .

٣ - مولدات الكهرباء التي تعمل عن بعد : حيث يمكن استعمالها كمصدر كهربائي للتفجير .

٤ - التيار الكهربائي المنزلي : حيث أنه يمكن استعمال التيار المباشر في تفجير

الصواعق ، وكذلك يمكن استعمال التيار المتبادل ويفضل التيار ٢٢٠ فولت ٦٠ ذبذبة بدلا من ١١٠ فولت ٢٥ ذبذبة .

ج - وسائل فحص الاسلاك والتوصيلات :

للقيام بفحص ما اذا كان هناك ماس في اسلاك التفجير يمكن استعمال مصدر كهربائي كالبطاريات الجافة بدلا من الجلفانوميتر . حيث يوصل سلك باحد اطراف البطارية والسلك الاخر يتم ضربه في الطرف الثاني من البطارية . فاذا ما حصل هناك شرار نتيجة ضرب السلك فهذا يعني ان هناك دورة كهربائية مما يعني وجود ماس في السلك . نوصل طرفي الاسلاك بعضها ببعض ثم نعيد التجربة فاذا لم نلاحظ حدوث شرار فهذا يعني ان هناك انقطاعا في هذه الاسلاك او ان التيار ضعيف لذلك نستعمل وسيلة اخرى للفحص وهي بوصلة او سكين او مفك او مع قطعة حديدية صغيرة حيث توصل الاسلاك (الطرفين) بالوصلة او السكين او المفك والآخرين يوصلان بالبطارية فاذا تحركت ابرة البوصلة فهذا يعني وجود تيار . اما السكين او المفك فانها بالتيار تتحول الى مغناطيس يجذب القطع الحديدية الصغيرة اليه . وبهذا نستطيع معرفة ما اذا كان هناك تيارا او لا .

ملاحظة : (الاسلاك ذات القطر الصغير والمقاومة العالية قد تنصهر او تسخن الى درجة الاحمرار بسبب التيار الكهربائي) .



الفصل الخامس

حسابات العيوات النافذة وطرق وضعها



أ - معلومات عامة :

ان التأثير الذي تحدثه العبوة المتفجرة على هدف ما تخضع الى عدة عوامل منها نوع العبوة وكميتها والوضع النسبي للمتفجرات ووضع الهدف لحظة التفجير والخواص الفيزيائية للهدف، ونوع وكمية الوسط عندما يتم التفجير .

ان المهارة والقدرة على احداث اكبر تأثير من المادة المتفجرة على هدف ما يعتمد على خبرة الاشخاص المسؤولين عن عملية التفجير، وعددهم قليل لذلك من اجل اولئك الذين لا تتوفر عندهم خبرة طويلة في هذا الحقل سوف نورد لهم بعض الحسابات التي ترشدكم الى طرق العمل والاستفادة القصوى لذلك عليهم اتباع المعادلات المذكورة والقوانين والقواعد كدليل يعتمدون عليها في عملهم حيث ان هذه المعادلات والقوانين ناتجة عن تجارب في ظروف جوية متغيرة ومتنوعة ونتيجة اختبارات عملية من المعروف ان التأثير الذي تحدثه العبوات من نفس المادة المتفجرة تتناسب طرذا مع وزنها، ان هذه الطاقة الناتجة تنتشر في كافة الاتجاهات المحيطة بالعبوة عند التفجير مما يعطي تأثيرا على كل جسم يتواجد حولها سواء كان في الهواء او الماء او تحت الارض او الجسم من الكونكريت او المعدن . . . الخ، لهذا فان العبوة الموضوعة داخل الهدف باحكام، فان تأثير الطاقة يكون على كل اجزاء الهدف المحيط بهذه العبوة وبذلك يكون التدمير على اقصى . واذا لم يكن هناك تجانس في قوة ومقاومة اجزاء الهدف حول العبوة فان التأثير التدميري يتركز اكثر على المنطقة الاضعف من الهدف . واما اذا تم وضع العبوة في وسط غير متجانس (اكثر من مادة محيطة بها) مثلا بين الارض والكونكريت اللذان يقاومان انتشارها لهذا فان جزءا صغيرا من الموجة التفجيرية يؤثر على الكونكريت، ولاحداث تأثير اكبر يجب زيادة كمية المادة المتفجرة حتى يتم تكسير وتدمير الهدف، وباستعمال اكثر كثافة من الهواء حول المادة المتفجرة اللاصقة للهواء، مما يدفع بالموجة التفجيرية باتجاه الهدف، وهذه الطريقة يمكن توفيرها بنسبة ٧٥٪ من المادة المتفجرة للاحداث نفس التأثير في الهدف . اما في الاغراض التخريبية وفي حرب العصابات فيجب توفر عامل الحكمة في استعمال المواد المتفجرة لصعوبة الحصول عليها .

ب - قطع الفولاذ والحديد الصلب :

١ - الفولاذ :

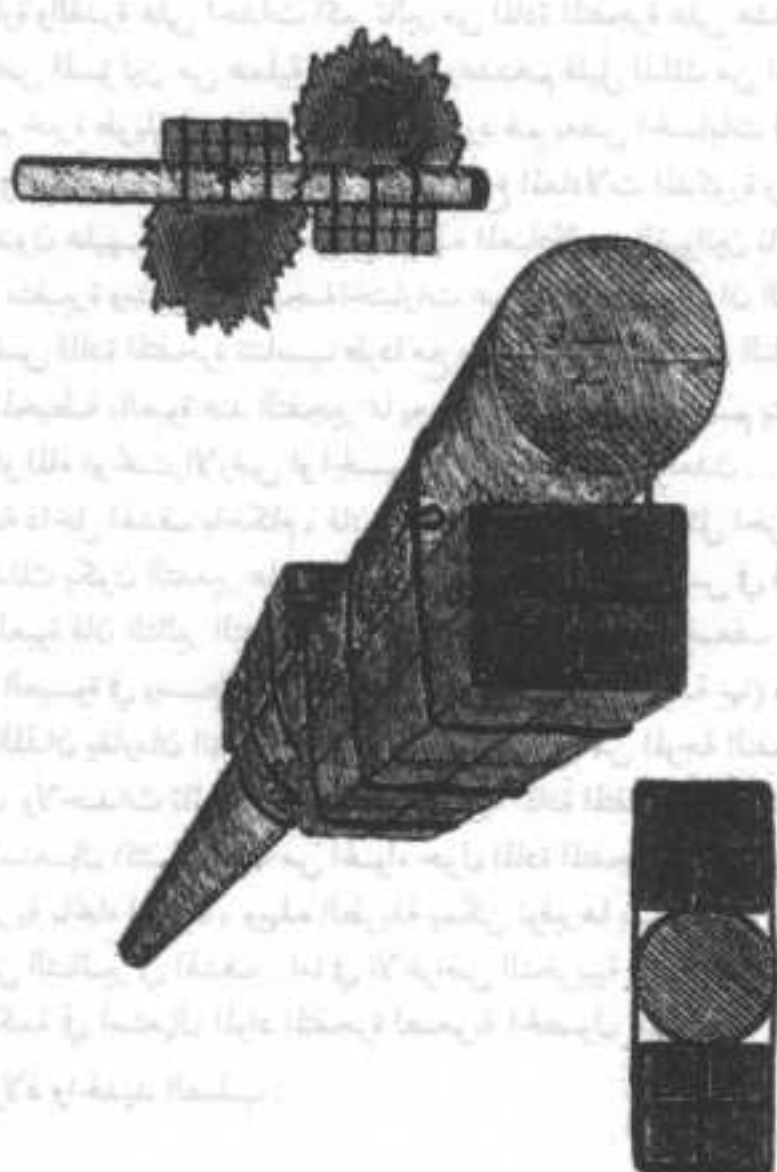
هناك انواع متعددة من الفولاذ تختلف عن بعضها في درجة القساوة والمرونة والتمدد . . . الخ وسوف نورد هنا بعض الحسابات لقطع الفولاذ بتركيباته المختلفة :

نستعمل المعادلة التالية لقطع فولاذ التركيب بواسطة التفجير :

وزن العبوة = $\frac{3}{8}$ مساحة مقطع الفولاذ بالانش المربع . او

وزن العبوة = $\frac{1}{36}$ مساحة مقطع الفولاذ بالستمر المربع .

بالنسبة للشكل (٣-٥) تكون الحسابات كما يلي :



الشكل (١٠٠)

تكون رطلان قوسية التجهيز في سلكة الكابينة في تصغيرها في هذه الحالة
 تقابلها مائة رطل في الكابينة ولهذا يتبين ان رطلان في هذه الحالة هو
 رطلان قوسية التجهيز في الكابينة ولهذا يتبين ان رطلان في هذه الحالة هو
 رطلان قوسية التجهيز في الكابينة ولهذا يتبين ان رطلان في هذه الحالة هو
 رطلان قوسية التجهيز في الكابينة ولهذا يتبين ان رطلان في هذه الحالة هو

النظام البريطاني. $\text{الوزن} = \frac{8}{3} \times \text{مساحة المقطع}$.

مساحة العارض $= \frac{1 \times 2}{1 \times 2} = 5 = 5 \times 2$ انش مربع.

المساحة الطويلة $= \frac{1 \times 8}{1 \times 8} = 11$ انش مربع.

مجموع المساحة $= 5 + \frac{1 \times 8}{1 \times 8} = 48$ انش مربع.

الوزن $= \frac{3}{8} \times \frac{1 \times 8}{1 \times 8} = 3,375$ باوند من ال تي. ان. تي.

إذا نقص هذه القطعة نستعمل $3,375$ باوند من ال تي. ان. تي.

النظام المتري:

الوزن $= \frac{1}{36} \times \text{مساحة المقطع}$

مساحة العارض $= 2 \times 1,2 \times 1,2 = 2,88$ سم².

المساحة الطويلة $= 1 \times 28 = 28$ سم².

مجموع المساحة $= 28 + 2,88 = 30,88$ سم².

الوزن $= \frac{1}{36} \times 30,88 = 0,858$ كيلو غرام.

إذا يستعمل $1,6$ كغم تي. ان. تي. هذه القطعة من الفولاذ.

العلاقة بين النظام المتري والبريطاني:

1 انش = $2,54$ سم.

1 ديسمتر = 10 سنتمتر = $3,937$ انش.

1 متر = 100 سنتمتر.

1 كيلو غرام = 1000 غرام = $2,2$ باوند.

1 باوند = 453 غرام.

أما إذا أردنا وضع مادة أخرى متفجرة غير مادة ال تي. ان. تي فعلينا أولاً حساب

كمية ال تي. ان. تي المطلوبة، ثم نضرب هذه الكمية بعامل الكفاءة للمادة المتفجرة،

حيث أن عامل الكفاءة يرتبط بال تي. ان. تي مثلاً إذا ما أردنا استعمال مادة سي - 4، بدلاً

من ال تي. ان. تي في المثال السابق فإننا نحتاج إلى تقسيم على $1,30$ وهو عامل

الكفاءة لمادة سي - 4: $3,5$ باوند $\div 1,30 = 2,7$ باوند من مادة سي - 4.

$1,6$ كغم $\div 1,30 = 1,2$ كغم من مادة سي - 4.

ب - الفولاذ ذو الأشكال الانسطوانية أو المقطع الدائري:

لحساب كمية ال تي. ان. تي المطلوبة لقطع قضبان التقوية أو الكابلات أو

السلاسل الفولاذية. حيث ان شكلها الدائري لا يسمح بعمل تماس كامل مع العروة تتبع المعادلات التالية:

الوزن = مساحة المقطع بالانش المربع او الوزن = $\frac{4}{1}$ مساحة المقطع بالسنتيمتر المربع.

مساحة مقطع دائري = $3.14 \times \text{مربع نصف القطر}$.

الحسابات حسب الشكل (٦٩): $572.7 = 3.14 \times 1.28^2 \times 1.28$.

الحسابات = $3.14 \times (\text{نصف القطر})^2 \times 2$.

الحسابات = $3.14 \times 2 \times 2 = 12.56$ انش مربع او $3.14 \times 2 \times 5 = 78.5$.

سم ٢.

اذا نستعمل اما ١٢,٥٦ باوند من ال تي ان تي او $78.5 \times 1/14 = 5.6$ كلغم.

اذا اردنا استعمال مادة سي - ٤ بدلا من ال تي. ان تي فانا في هذه الحالة نستعمل

المعادلة الاولى وذلك لان هذه المادة مرنة ونستطيع وضعها بشكل ملاصق للهدف في كافة الاتجاهات.

الوزن = $\frac{8}{3}$ المساحة = $12.56 \times \frac{8}{3} = 33.5$ باوند تي. ان تي = 4.7 .

$1.3 = 3.6$ باوند سي - ٤

او $\frac{36}{1} \times \text{المساحة} = 78.5 \times \frac{36}{1} = 2826$ كلغم تي. ان تي = 2.17 .

$1.3 = 1.6$ كلغم سي - ٤.

ج - قانون ثامب:

وفي حالة عدم معرفة المعادلات المتبعة لحساب الفولاذ تتبع الطريقة العامة التالية:

نشكل قالب ال سي - ٣ او ال سي - ٤ بطريقة يكون فيها اكثر علوا، واكثر عرضا او

يكون طوله بطول المساحة المراد قطعها وقد اعطت هذه الطريقة درجة كبيرة من النجاح.

د - قطع السكك الحديدية:

ان الفولاذ المستعمل في السكك الحديدية يدخل في تركيبه نسبة عالية من الكربون مما

يجعله اكثر قساوة واقل مرونة من فولاذ التركيب او غيره لذا فانا نحتاج الى كمية اقل من

المتفجرات لقطعه. ولاجل قطع ما وزنه ٨٠ باوند من السكة الحديدية نضع قالب تي. ان.

تي وزنه نصف باوند على مقطع السكة وللأوزان الاكبر نستعمل باوند واحد من ال تي.

ان. تي.

٢ - الحديد الصلب (الصب):

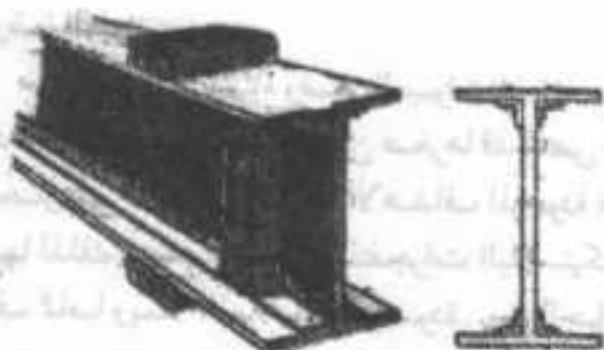
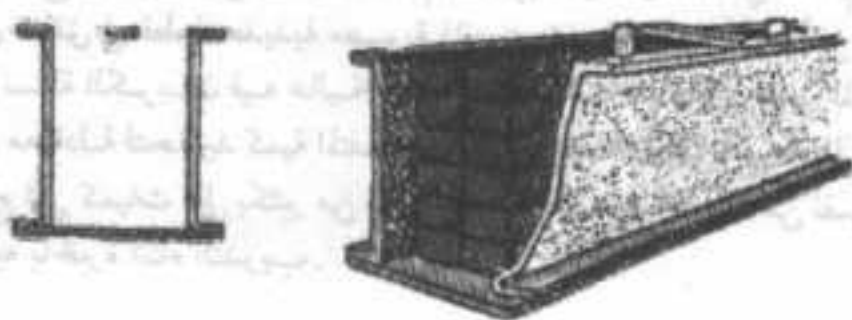
يستعمل كثيرا في الصناعة مثل اسطوانات البخار، قطع غيار السرعة، قواعد الآلات

والمكينات . . . الخ يمكن التعرف عليه بسهولة حيث يكون سطحه حبيبات وزوايا دائرية ويستعمل لحمولات عالية . وهو هدف جيد في اعمال التخريب حيث انه يحتاج الى عناية كبيرة للاصلاح وقد يستحيل ذلك اذا ما تم التفجير عليه حيث انه في معظم الحالات اذا ما حصل اي تشقق في قطعة حديدية مصبوبة فانه يتم تغييرها حيث لا يمكن اصلاحها . ان نسبة الكربون فيه عالية حيث تجعله صلب جدا ولكنه قابل للكسر بسهولة لا توجد اي معادلة لتحديد كمية المتفجرات اللازمة لقطعة ولكن لكونه قابل للكسر بسهولة فاننا نحتاج الى كميات اقل بكثير من تلك المستعملة في قطع الفولاذ من نفس الحجم وهذا يتم اكتسابه بالخبرة اثناء التدريب .

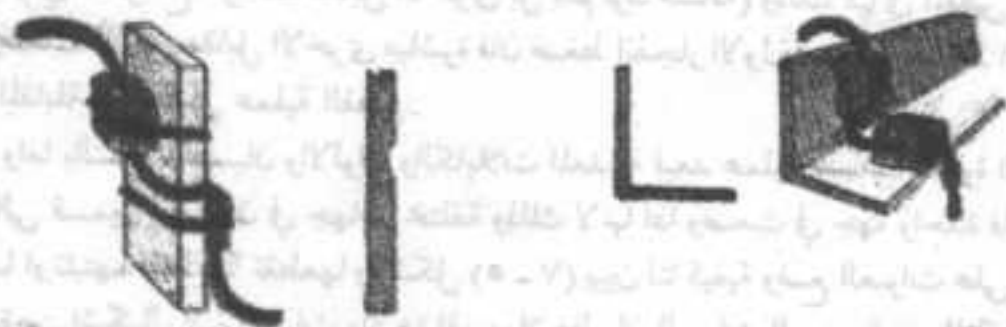
٣ - وضع العبوات :

من المهم جدا اثناء وضع العبوات ان توضع بشكل ملاصق تماما للهدف حيث ان وجود فقاعات هوائية بالرغم من صغرها قد تمتص موجة التفجير وتبددها مما يقلل من تأثير الانفجار على الهدف . كما ان الاهداف الموجودة فيها زوايا يصعب وضع قوالب تي . ان تي فيها لذلك ينصح باستعمال المتفجرات البلاستيكية حيث يمكن تشكيلها بشكل يلاصق الهدف تماما ويملا الفراغات الموجودة . ومن اجل قطع هدف من مادة الفولاذ فان المادة المتفجرة يجب ان توضع على مقطع عرضي منه وتمتد على امتداد الطول المراد قطعه . اما اذا تطلب الوضع تثبيت العبوة على جانبي الهدف لذلك يجب وضع العبوة بطريقة متناظرة (اي لا توضع الواحدة مقابل الاخرى بل يتم ترك مسافة) وذلك كما في المخطط حيث اذا ما وضعت الاولى مقابل الاخرى مباشرة فان ضغط انفجار الاول يصطدم بضغط انفجار الثانية المتقابلة ولا تحصل عملية القص .

واما بالنسبة للقضبان والالواح والكابلات المعدنية فبعد عملية حساب العبوة اللازمة تقسم الى قسمين يوضعان في جهات مختلفة وذلك لانها اذا وضعت في جهة واحدة فانها قد تطویرها او تثبتها فقط ولا تقطعها والشكل (٥ - ٧) يبين لنا كيفية وضع العبوات على انواع متعددة من اشكال التركيبات والاهداف ويلاحظ بان العبوات الصغيرة هي ثابتة الوزن والشكل واذا ما تطلب الامر فيمكن قصها او حفرها بطريقة تلامس الهدف دون التعرض للفتيل المتفجر ، او يمكن قصها من النصف ويلاحظ ايضا في الشكل (٥ - ٧) ان العبوات ملاصقة للهدف ومثبتة عليه وهذا التثبيت ضروري جدا خاصة في الاهداف المتحركة او ذات الاهتزاز حيث يتم التثبيت بواسطة الربط او البلاستر او اي مواد لاصقة تجارية اذا ما كان الوزن خفيفا ويمكن استعمال المغناطيس لتثبيت العبوات في الاهداف الحديدية ، وعندما يتم تفجير الاهداف المعدنية فانها تطلق شظايا على سرعة عالية وتنطلق في مسافات بعيدة لذلك اذا اردنا تلافي هذه الشظايا بحيث لا تنطلق باتجاه منطقة صديقة فيجب وضع العبوات كما في الشكل (٥ - ٨) في اتجاه مضاد بالاضافة الى اجراءات الوقاية التي يجب ان



وضع الميوات



الشكل (٧-٥)



الغذاء من الأغذية

الشكل (٨-٥)



وضع المبررات على الخشب الذي

الشكل (٩-٥)

يتخذها الاشخاص الموجودون اثناء عملية التفجير عندما يراد تدمير الآت او ماكينات (كالمحركات الكهربائية والمولدات والتوربينات وعدة الماكينات... الخ) لذلك يجب وضع العبوات تحت الاماكن الحساسة منها بقدر الامكان.

ج - قطع الخشب :

١ - يمكن تدميرها بواسطة الحرائق وقطعها بواسطة المتفجرات وتستعمل المتفجرات اذا ما تطلب الوضع توفر عامل زمني بين البدء بالعملية والتفجير. كما ان وضع العبوة داخل الهدف يوفر كمية كبيرة من المتفجرات وهذا يتم اذا توفر الوقت الكافي بين عمل الحفر وتثبيت المادة المتفجرة.

٢ - حسابات العبوة :

أ - معادلة للتثبيت الخارجي للعبوة عن الهدف :

١ - العبوات لقطع الاشجار وعواميد الخشب يمكن حسابها بواسطة المعادلات

التالية :

النظام البريطاني :

الوزن : (قطر الهدف) ٢ بالانش المربع / ٤٠ .

النظام المترى :

الوزن = قطر الهدف بالسنتيمتر / ٥٥٠

فاذا ما نظرنا الى الشكل ٥ - ٩ فان الحسابات تكون كما يلي :

$$\frac{\text{الوزن}}{٥٥٠} = \frac{٢(١٢)}{٤٠} = \frac{١٤٤}{٤٠} = ٣,٦ \text{ باوند او الوزن} = \frac{٢(٣٠)}{٢(٥٥٠)} = \frac{٩٠٠}{٥٥٠}$$

اذن نستعمل اما ٣,٦ باوند من ال تي . ان . تي او ١,٦ كيلو غرام منه لقطع الهدف .

٢ - لقطع خشب ذي مقطع مستطيل او مربع فالمعادلة تكون :

$$\frac{\text{الوزن}}{٥٥٠} = \frac{\text{المساحة بالانش المربع او الوزن}}{٤٠} = \frac{\text{المساحة بالسنتيمتر المربع}}{٥٥٠} \quad (٥ - ١٠)$$

$$٣ \text{ باوند تي . ان . تي او} = \frac{١٢ \times ١٠}{٤٠} = \frac{٣٠ \times ٢٥}{٥٥٠} = ١,٣٦ \text{ كيلو غرام}$$

ب - معادلات لوضع العبوة داخل الهدف :

١ - اذا كان الشكل دائريا والقياسات تتطابق مع الشكل (٥ - ٩) :

وزن العبوة = (قطر الهدف) ٢ بالانش المربع او مربع الهدف بالسنتيمتر المربع

$$= \frac{2(12)}{250} = 144 \text{ او } 2(30) = 0,57 \text{ باوند تي ان. تي} = \frac{900}{3500} = 0,257 \text{ كيلوغرام}$$

تي. ان. تي.

اذن نستعمل ٠,٦ باوند او ٢٥٧ غرام من مادة ال تي. ان. تي داخل الهدف لقطعه.

٢ - اذا كان شكله مربعا او مستطيلا:

$$\text{الوزن} = \frac{\text{المساحة بالانش المربع}}{250} \text{ او } \frac{\text{المساحة بالسنتيمتر المربع}}{3500}$$

٣ - وضع العبوات:

من المفضل وضع العبوات في قوالب ال تي. ان. تي بطريقة يكون فيها المحور الطولي عموديا على مستوى المقطع المراد قصه كما هو في الشكل (٥ - ٩) والعبوة يجب ان تعطي اكثر من نصف المسافة حول الهدف المراد قصه.

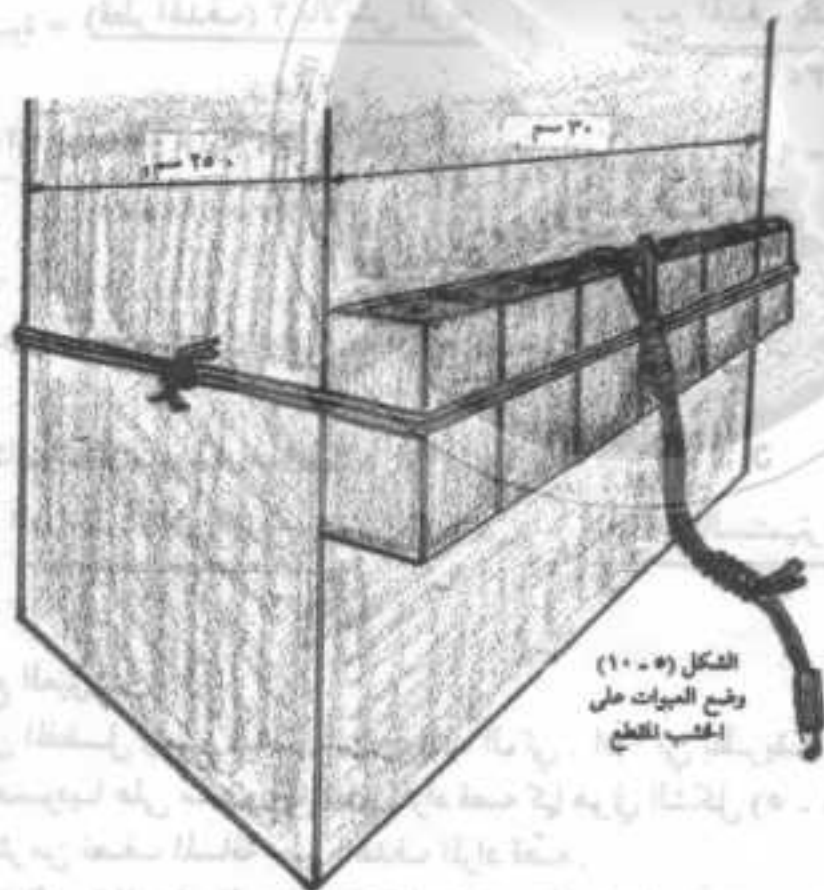
اما بالنسبة للهدف المستطيل الشكل فتوضع العبوة على أحد وجوه الطوال فيه. لقطع عواميد خشبية تحت الماء يمكن استعمال عبوات قطبية كما هي في الشكل (٥ - ١١). ان الثقب الذي يعمل في جذع الشجرة يجب ان يكون اكثر من نصف قطرها (تخترق قلب الجذع) ويكون قطره كافيا لادخال العبوة. والمتفجرات الصلبة يجب طحنها قبل وضعها كعبوة (انظر الشكل ٥ - ١٢) وبعد تركيب الصاعق والباديء يتم تغطيتها بالتراب المبلل او الطين.

ملاحظة: (الاشخاب الجافة جدا تشتعل عادة بسبب درجات الحرارة العالية والوميض الناتج عن الانفجار الا ان مادة ال تي. ان. تي هي اقل نسيبا من المتفجرات الاخرى للاشتعال).

د - عبوات نصف المواد البنائية:

أ - معلومات عامة:

ان بناءات الكونكريت والمرمر الصغير او المواد الشبيهة هي عادة ذات حجم بحيث انها تحتاج الى كميات كبيرة غير اعتيادية من المتفجرات لتدميرها ونرى رجال حرب العصابات يفتقرون حتى الى الكميات الكافية للتدمير الجزئي للجسور والانفاق. . . الخ كما ان نقل المواد المتفجرة وتثبيتها تتطلب وقتا كبيرا عادة لا يتوفر ايام المقاومة ولرجال حرب



الشكل (٩ - ١٠)
وضع الميوات على
الخشب المقطع



طرق ماء

حبل
مسكون الماء

القطب

المبرة للارضوعة في الكياس
المسودة



طريقة وضع الميوات تحت الماء

الشكل (١١ - ١٢)

الزق الماسوي

الزق الماسوي

العصابات لذلك ننتخب اهدافا صغيرة كعواميد الجسور او العوميد التي تتركز عليها الماكينات... الخ (٣٠ - ٥٠) نسبة

المعادلات الحسابية لها: يتم حسابها وفقا للمعادلات التالية: $\text{الوزن} = (\text{نصف قطر الهدف}) \times ٣ \times \text{معامل المادة} \times \text{معامل المادة العازلة باوندا او}$

$\text{الوزن} = (\text{نصف القطر بالسنتيمتر}) \times ٣ \times \text{معامل المادة} \times \text{معامل المادة العازلة كيلوغرام}$

ملاحظة: أضف ١٠٪ للعبوة التي تم حسابها اذا كانت اقل من ٥٠ باوندا او ٢٢,٥ كيلو غرام.

أ - نصف قطر الهدف:

وهو عبارة عن المسافة بالقدم او الديسمتر التي يجب ان تدخل فيها العبوة داخل الهدف لتخفيف التدمير الكلي للهدف تقاس من السطح الذي تدخل منه العبوة فمثلا اذا ما اردنا تدمير جدار من الكونكريت عرضه قدمين بواسطة وضع العبوة على الجانب الاخر من الهدف اذا تكون قيمة نصف القطر في المعادلة $= ٢.٢ \times ١.٥ = ٣.٣$ من المادة:

ان قيمة معامل المادة لانواع متعددة من التركيبات ومواد البناء نجد لها في الجدول رقم (٥ - ١)

المسافة	مسافة نصف القطر	معامل المادة
التراب	كل القيم	٠,١٠
المرمر الضعيف الطمي	كل القيم	٠,٤٥
الخشب القوي والمواد الترابية للبناء		
مرمر قوي كونكريت هادي	اقل من ٣ قدم	٠,٧٠
	٣ - ٥ قدم	٠,٥٥
	٥ - ٧ قدم	٠,٥٠
والصخر	اكثر من ٧ قدم	٠,٤٥
الكونكريت السميك الكثيف	اقل من ٣ قدم	٠,٩٠
	٣ - ٥ قدم	٠,٧٥
	٥ - ٧ قدم	٠,٦٥
مرمر من الدرجة الاولى	اكثر من ٧ قدم	٠,٥٥
الكونكريت المقوى	اقل من ٣ قدم	١,٤٠
	من ٣ - ٥ قدم	١,١٠
	من ٥ - ٧ قدم	١,٠٠
	اكثر من ٧ قدم	٠,٨٥

جـ - معامل مادة التغطية الفاصلة بين العبوة والهواء .
وهو يعتمد على وضعه ودرجة تغطية العبوة، الشكل (٥ - ١٣) يبين لنا عدة طرق
لوضع العبوات ويعطي قيساً للمعاملات المستخدمة في المعادلات الحسابية لعبوات مغطاة
وغير مغطاة.

مثال حسابي :
وبواسطة تطبيق هذه المعاملات على المثال التالي :

و : وزن العبوة . و = $(ر) \times ٣ \times ك \times م$

٢

ر : طول نصف القطر ، ك : للكونكريت المقوي = ١,٤٠

م : معامل المادة = ٣,٥ = $\frac{٣٩,٢}{٣ \times ١,٤٠ \times ٣} = ٣,٥$

٢

انها اقل من $١٨,٦ \times ١٠\% = ١,٨٦$ باوند .

٢٠,٤٦ = $١,٨٦ + ١٨,٦$ باوند .

اذا نستعمل ٢٠,٥ باوند من مادة ال تي . ان . تي .

او بالكيلو غرام : و = $(ر) \times ٣ \times ك \times م = ٣,٥ \times ١,٤٠ \times ٣(٦) = ٣٠,٥$

١٢٠

و : الوزن بالكيلو غرام = $\frac{١٠٥٨,٤}{١٢٠}$

١٢٠

ك (الكونكريت المقوى) = ١,٤٠ يضاف اليها ١٠٪ اي ٠,٨٨٢ كيلو غرام م =

٣,٥ ليصبح الوزن $٠,٨٨٢ + ٨,٨٢ = ٩,٧$ كلغم .

٣ - طريقة تدمير عمق القاعدة (الاساسي) : انظر الشكل (٥ - ١٤)

ولحساب كمية العبوات اللازمة لنسف قاعدة اساس لهدف كامل نستعمل المعادلة

التالية :

ن = $\frac{ع}{٢}$

٢

ن : عدد العبوات ٤ : عرض الهدف (بالقدم او الديسمتر) ر : قطر التدمير

تطبيق هذه المعادلة على المسألة السابقة :

$$ن = \frac{ع}{٢} = \frac{٨}{٢ \times ٢} = \frac{٨}{٤} = ٢ \text{ هكذا } ٢ \times ٢٠,٥ = ٤٠,٥ \text{ باوند يضاف اليها } ١٠\% \text{ لتصبح } ٤٥$$

$$\text{اون} = \frac{٢٤}{٦ \times ٢} = \frac{٢٤}{١٢} = ٢ \text{ هكذا } ٢ \times ٩,٧ = ١٩,٤ \text{ كيلو غرام يضاف اليها } ١٠\% \text{ لتصبح } ٢١,٣ \text{ كيلو غرام.}$$

٤ - معادلات لحساب العبوات داخل الهدف : انظر الشكل (٥ - ١٥)

من الممكن استعمال الحشوات الجوفاء لاحداث ثقب داخل الهدف وذلك لوضع العبوات داخل هذه الثقوب طبعاً من الممكن استعمال هذه الطريقة اذا كان الهدف في ايدي صديقة حيث ان الانفجار الاول يلفت نظر العدو.
بعد وضع العبوة داخل الثقب تغطي بالطين او التراب المبلى يتم حسابها بالطريقة التالية :

$$و = \frac{(٣ \times ك \times م \text{ كلغم})}{١٢٠} \text{ او } \frac{(٣ \times ك \times م \text{ باوند})}{٢}$$

و : باوند من ال تي . ان . تي او كيلو غرام من ال تي . ان . تي

ر : ٣ قدم او ٩ ديسمتر

ك : (للكونكريت العادي) = ٠,٧

م : ١,٢٥

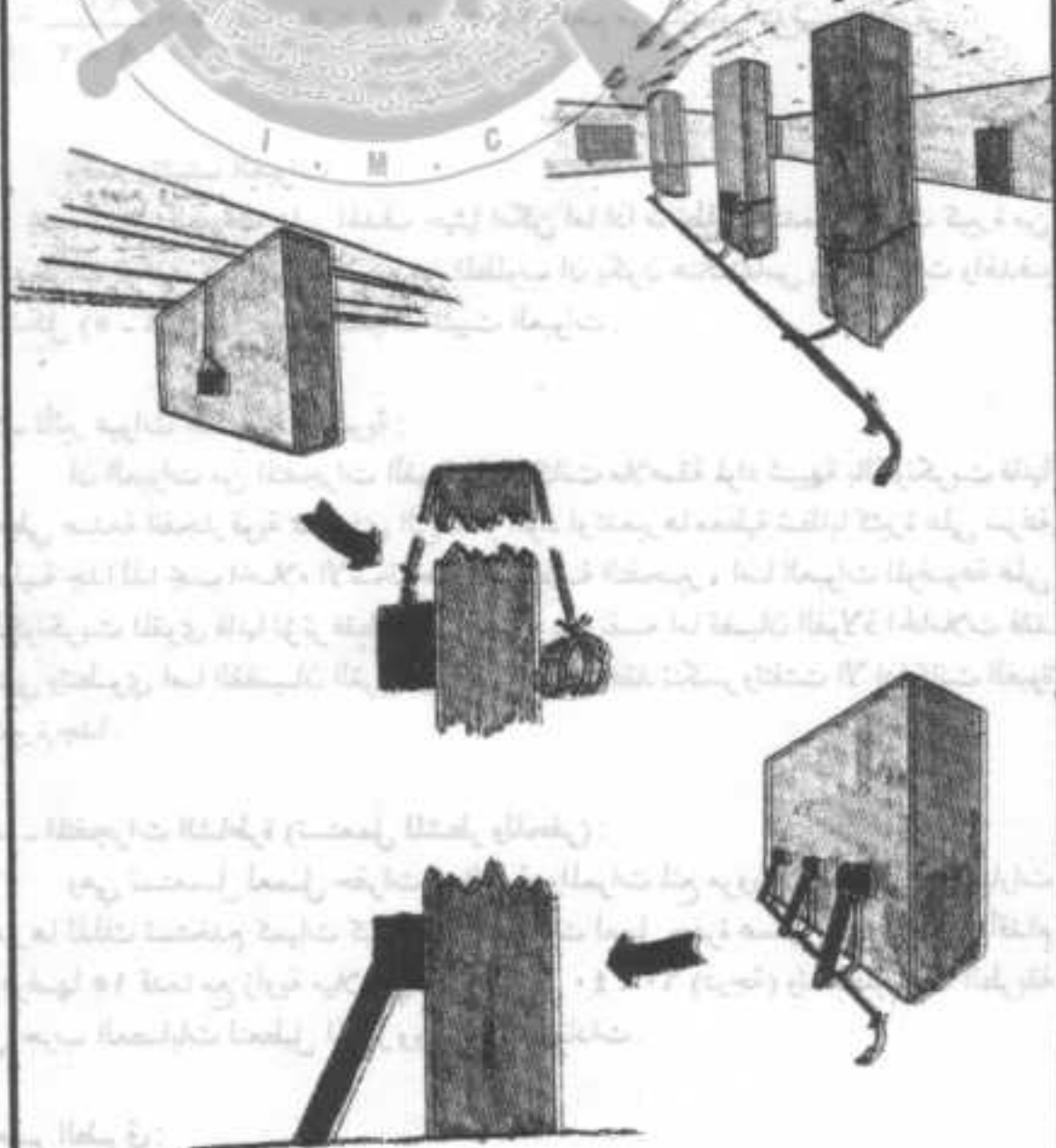
$$\text{اذا و} = \frac{١,٢٥ \times ٠,٧ \times ٣(٣)}{٢} = \frac{٢٣,٢}{٢} = ١١,٨ \text{ باوند}$$

يضاف اليها ١٠% لكونها اقل من ٥ باوند = ١,١٨ + ١,٨ = ٢,٩٨ باوند من عبوة ال تي . ان . تي

$$\text{او و} = \frac{١,٢٥ \times ٠,٧ \times ٣(٩)}{١٢٠} = \frac{٦٣٨}{١٢٠} = ٥,٣ \text{ كلغم}$$

يضاف اليها ١٠% = ٠,٥٣ + ٥,٣ = ٥,٨٣ كلغم من ال تي . ان . تي





الشكل (١٦-٥) المبررات المتعددة

ان الكمية الكلية من المتفجرات المطلوبة يتم تحديدها بواسطة عدد العبوات المطلوبة لتدميرها قاعدة الهدف بواسطة المعادلات التالية :

$$\text{عدد العبوات} = \frac{ع}{٢} = \frac{٣٠}{٣ \times ٢} = ٥ \text{ عبوات} \times ١,٣ = ٦,٥ \text{ باوند}$$

اذا نحتاج الى ٦٥ باوند من المتفجرات او

$$ن = \frac{٩١}{٩ \times ٢} = ٥,٨ \times ٥ = ٢٩ \text{ كلغم من المتفجرات تي . ان . تي}$$

٥ وضع وتثبيت العبوات

يجب تثبيت العبوات على الهدف حيثما امكن اما اذا ما تطلب التدمير كميات كبيرة من المتفجرات فيكون هذا صعبا الا انه من المطلوب ان يكون هناك تماس بين العبوات والهدف الشكل (٥ - ١٦) يبين بعض تقنيات تثبيت العبوات .

٦ - تأثير عبوات المتفجرات القوية :

ان العبوات من المتفجرات القوية اذا ما كانت ملاصقة لمواد شبيهة بالكونكريت فانها تعطي صدمة انفجار قوية مما يؤدي الى كسر المواد او تدميرها معطية شظايا كثيرة على سرعة عالية جدا لذا يجب اخلاء الاشخاص من منطقة التفجير ، اما العبوات الموضوعة على الكونكريت المقوى فانها تؤثر فقط على الكونكريت نفسه اما قضبان الفولاذ الحاملات فقد تشني وتنطوي اما القضبان القريبة والملاصقة للعبوة فقد تنكسر وتفتت الا اذا كانت العبوة كبيرة جدا .

هـ - المتفجرات الشاطرة (تستعمل للشطر وللحفر) :

وهي تستعمل لعمل حفرات في الطرق والممرات لمنع مرور الاشخاص او السيارات عبرها لذلك تستخدم كميات كبيرة من المتفجرات لعمل حفرة عمقها على الاقل ٥ اقدام وعرضها ١٥ قدما مع زاوية ميلان في جدرانها بين ٤٠ - ٦٠ (درجة) وتستخدم هذه الطريقة في حرب العصابات لتعطيل المرور ووصول الانجادات .

حفر الطرق :

انه لمن الضروري تكسير طبقة صلبة من الاسفلت وذلك بعمل حفرات توضع فيها العبوات . هذا من الممكن عمله بواسطة وضع العبوات المغطاة من الاعلى على سطح الاسفلت وتكفي عبوة من ال تي . ان . تي وزن باوند واحد لحفر انشين من الاسفلت

بحيث يجب تغطيتها (العبوة) بواسطة مادة سمكها ضعفي سمك الاسفلت ثم يتم حفر الحفر بعمق متجانس كما في الشكل (٥ - ١٧) هذا العمق يجب ان يكون على الاقل ٤ أقدام والحفر يفصل بعضها عن الاخر ٥ أقدام بين وسط كل حفرة واخرى على عرضي الشارع او الطريق اما اذا تم عمل الحفرة بواسطة آلة صغيرة القطر فيجب توسيعها لادخال العبوة حسب الشكل (٥ - ١٨) هذا التوسيع يلائم فقط الارض الصلبة اما الحفرة الاولى فيجب ان يتم عملها باكثر من باوند واحد ثم نزيد الكمية لاحقا مع ملاحظة انه يجب ان تترك فترة نصف ساعة لكي تبرد الحفرة اما اذا لم يتوفر عامل الوقت فيمكن تبريدها بالماء وهذا مهم جدا حتى لا يحصل حوادث تفجير نتيجة الحرارة كما حصل سابقا في مرات عدة اما الحشوات الجوفاء فيمكن استخدامها في عمل الحفر حيث ان الحشوة الجوفاء من نوع (٣ ١ ٢ م) فانها تعمل حفرة يصل عمقها من ٣ - ٨ أقدام اذا ما تم وضعها على علو ٣ أقدام عن سطح الشارع وهذا العمق يتأثر بالظروف الجوية ونوعية وظروف الارض حيث يجب ترك الحفر تبرد قبل وضع العبوات فيها لاحقا.

يتم وضع باوند واحد من الي تي . ان . تي لكل قدم عمق ثم تغلق الحفر بالتراب بحذر حتى لا تتلف البواقي والصواعق.

٣ - حفر الطرق غير المعبدة :

ان وضع عبوة واحدة زنة ٥ باوند على عمق ٥ قدم وفي وسط الطريق كافية لاجداث حفرة عمقها ٦ أقدام وقطرها ١٢ قدما مع اختلاف بسيط في هذه الارقام نتيجة نوع التربة. الشكل (٥ - ١٧) طريقة عمل الثقوب لحفر الطريق.



الفصل السادس

المتفجرات المصمولة يدويا (المتفجرات الشعبية)



ان تصنيع المتفجرات القوية ليست مهمة سهلة يستطيع القيام بها اشخاص عاديون باستعمال معدات بسيطة فبالاضافة الى الاضرار التي قد تنتج عنها، فإن هناك عدداً غير قليل من المواد الكيميائية والمعدات المخبرية يجب توفره لعملية التصنيع . ومع ذلك فهناك طرق بدائية بسيطة لتصنيع العديد من المواد المتفجرة الفعالة في الاغراض التدميرية والتخريبية .

ومن هذه المواد :

فولنات الزئبق - ازيد الرصاص - النيتروغليسرين - بيروكسيد الاسيتون - داي نايترات الهيكسامين - الديناميت - البارود الاسود - خللاط نترات الامونيوم وعدد كبير من المواد والخللاط الحارقة اضافة الى البارود القطني .

الخللاط المتفجرة

١ - المواد الكيميائية المطلوبة .

لكي تكون الخلطة متفجرة او حارقة يجب ان تحتوي على مكونين اساسيين :

أ - مادة غنية بالاكسجين .

ب - مادة قابلة للتفاعل مع الاكسجين بسرعة بحيث يتحول التفاعل اما الى اشعال سريع مع كمية كبيرة من الغازات او يتحول الى انفجار . وفي الجدول التالي نجد بعض المواد التي تتفاعل مع الاكسجين بسرعة :

الجدول (٦ - ١)

المادة الغنية بالاكسجين	مادة الوقود التي تتفاعل معه
نترات الامونيوم	بودرة الالومنيوم
نترات الصوديوم	بودرة المغنسيوم
نترات البوتاسيوم	خليط (فحم نباتي + كبريت)
كلورات البوتاسيوم	فحم نباتي
كلورات الصوديوم	سكر
بيرمنغنات البوتاسيوم	فحم . ونشا ، وخشب ، وطحين والنشا

٢ - مصادر المواد الكيميائية

ان نترات الامونيوم تستخدم في صناعة المتفجرات والخللاط النارية وفي صناعة الاسمدة ومبيدات الحشرات .

ونترات البوتاسيوم تستخدم في صنع المتفجرات والخللاط النارية وفي صنع الثقاب (الكبريت) وفي صنع الزجاج ، كما يستخدم في مواد التبريد وفي حفظ اللحوم وفي تكوين

الفولاذ وتليينه الفولاذ وفي نترات الصوديوم . ويستخدم ايضا في صنع الاسمدة الكيماوية وفي التيارات السائلة اضافة الى كونه مادة رئيسية في صناعة حامض النيتريك ، وفي صناعة الصمغ المطاطي للمساعدة في عملية تجميد وجفاف هذه المادة .

كلورات الصوديوم تستخدم في صنع الثقاب ومبيدات القوارص وتستخدم في الاصباغ والتلوين .

كلورات البوتاسيوم تستخدم في صنع المتفجرات والحلائط النارية والكبريت كما انها تستخدم في بعض الاحيان في الطباعة والاصباغ .

بيرمنغنات البوتاسيوم تستخدم طبيا كمادة مطهرة وصناعيا في الصناعات الكيماوية كمادة مؤكسدة وفي تبييض الاقمشة والانسجة . وفي المختبرات الكيماوية .

حامض الكبريتيك مادة رئيسية في صناعة المواد المتفجرة ، وفي تعبئة البطاريات السائلة وفي بعض الصناعات البلاستيكية .

بيروكسيد الهيدروجين او ماء الهيدروجين هو عبارة عن مادة مطهرة اذا ما كانت مخففة في محلول الماء العادي (تركيز ٤٪) . وكما مادة عالية في ترابط البوليمرات وعمليات البلمرة البلاستيكية .

الزئبق يتوفر في موازين الحرارة وفي بعض اجهزة القياس المخبرية .

الاسيتون مادة مذيبة كيماوية وتستخدم ايضا في مواد التجميل النسائية .

حامض النيتريك يستخدم في صناعات كيماوية متعددة لصناعة الورق والحبر الصناعي والاقمشة الصناعية وغيرها .

٣ - نسبة المادة الغنية بالاكسجين الى المادة المختزلة القابلة للاشعال .

فيما يتعلق بالجدول السابق فان النسب عادة تكون ٨٠٪ من المادة الغنية بالاكسجين الى ٢٠٪ من المواد الاخرى المضافة كوقود . فمثلا :

٨٠٪ نترات امونيوم - ٢٠٪ بودرة الومنيوم .
٨٠٪ كلورات بوتاسيوم - ٢٠٪ فحم نباتي او سكر .
اما في حالة البارود الاسود فتكون :

٧٥٪ نترات البوتاسيوم او الصوديوم + ١٥٪ كبريت + ١٠٪ فحم نباتي . تقريبا وفي حالة الامونال فانه يحتوي على ٧٢٪ نترات امونيوم + ١٦٪ بودرة الومنيوم +

١٢٪ تي . ان . تي . وهناك الديناميت المكون من نترات الامونيوم والنيتروغليسرين بنسب مختلفة .

٤ - طريقة الخلط اليدوية .
تتبع الخطوات التالية :

أ - تطحن كل مادة من المواد الكيميائية بمفردها الى مسحوق دون خلطها مع غيرها . ويتم ذلك في وعاء من الخشب او الفخار او الزجاج وباستعمال محرك من الخشب مع مراعاة عدم استعمال الخشب او استبداله في حالة التعامل مع مواد متفجرة سائلة لكونه يمتصها ويعمل معها خليط متفجر خطر (كالنيتروغليسرين) لا يستعمل ابدا . ويجب استبدال العدة المعدنية في الخلط والتحريك لتلافي الشرار الذي قد يحدث نتيجة الاحتكاك والذي قد يؤدي الى اشتعال المادة كما يجب ملاحظة ان المادة يجب ان تكون جافة كليا .

اذا كنت تستعمل وعاء واحدا للطحن او التنعيم فيجب تنظيفه جيدا عند الانتهاء من طحن او تنعيم كل مادة ، ولا تضاف اي مادة اخرى قبل اجراء عملية التنظيف هذه واثناء عملية الطحن يجب ان لا يكون وجهك او يديك مواجهان للمادة حتى لا يحصل لك مكروه في حالة اشعالها لسبب او لآخر .

ب - اذا لم يتوفر ميزان لوزن المواد ، فيمكن اتباع الطريقة التالية :

تؤخذ عصاة متجانسة طولها ١٠ انش يعمل فيها ثقب على بعد (٢) انش من احد الاطراف ويدخل عبر هذا الثقب خيط مربوط بحلقة للتثبيت ، وفي كل طرف من اطراف العصاة او عود الخشب نعلق كيسا او فنجانا لوضع المادة فيه .

نضع المادة الغنية بالاكسجين في الطرف الاقرب الى الثقب والمادة المختزلة في الطرف الاخر ، وعندما يصبح مستوى العصاة افقيا تكون النسبة ٨٠ : ٢٠ .

ج - نضع الكونيين الاثنين على ورقة كبيرة لخلطها مع بعضها ، وتتم هذه العملية بواسطة مسك الزوايا المتقابلة من الورقة وتحريكها ثم نأخذ الزاويتين الاخرتين وهكذا الى ان يحصل تجانس في الخلط .

ان عملية الخلط تتم فقط قبل استعمال المادة في التفجير او الاشعال بقليل وذلك بسبب الخطورة التي قد تنجم في حالة تخزينها وخاصة في حالة استعمال مادة الكلورات .

د - بعد الخلط والتجانس تتم تعبئتها في اوعية مناسبة حسب الوزن والحجم وكمثال على ذلك ، نأخذ مثل تحضير البارود الاسود :

ان البارود الاسود المحضر يدويا هو اقل جودة من العسكري وذلك لامباب تقنية من حيث اختيار المواد الاولية والتجانس في طريقة التحضير الثابتة ، والتحكم في حجم الحبيبات الناتجة وشكلها .

يمكن تحضيره بخلط نترات البوتاسيوم مع الفحم النباتي والكبريت بالنسب التالية :

٨٠ : ١٠ : ١٠ بالتوالي ، . واتباعا للخطوات التالية بالتسلسل :

١ - طحن كل مادة من هذه المواد بشكل منفصل وحسب الشرح السابق .

٢ - تخلط نفس الاوزان من الفحم النباتي والكبريت . وباستطاعتنا استعمال نفس الميزان المذكور سابقا ولكن في هذه الحالة يعمل الثقب في منتصف العصا .

٣ - بما ان مجموع نسب اوزان الفحم النباتي + الكبريت مقارنة بنترات البوتاسيوم هو ٢٠ : ٨٠، لذلك نستعمل الميزان اليدوي المثقوب على مسافة (٢) انش من طرف، وتوضع مادة النترات وفي الطرف الاخر توضع مادتي الفحم النباتي والكبريت معا. وتتم هذه العمليات بعد تخفيف المواد الاولية المذكورة.

٤ - تسكب هذه المكونات الثلاث على ورقة كبيرة لخلطها مع بعضها بعضا حسب الطريقة السابقة وتوضع داخل الانبوب، ثم يغلط طرفه الاخر بواسطة سدادة مسننة مثقوبة في وسطها حسب قطر الفتيل. ثم يدخل الفتيل عبر الفتحة هذه بحذر لتلافي الاحتكاك. وتتم هذه العملية فقط قبل تفجير العبوة بقليل، حيث ان عملية التفجير تتم بواسطة الفتيل. ثم يغطى بمواد عازلة (كالبلستر او المواد اللاصقة).

٥ - بعد عملية الخلط توضع في وعاء غير معدني وتضاف اليها كمية من الماء كافية لتحويلها الى عجينة.

٦ - تضغط العجينة الناتجة بين سطحين مستويين وتترك لعدة ساعات لتجف فيها.

٧ - بعد جفافها تصبح كالكمكة. فتقطع وتطحن وذلك باستعمال ادوات واوعية غير معدنية.

٨ - توضع البودرة الناتجة في غربال وذلك لفصل الحبيبات السميكة عن الحبيبات الناعمة وافضل قياس لفتحات الغربال هي ١٠ - ٢٠ ميش (٠,٠٢ - ٠,٠٤ انش). اما الحبيبات المتبقية في الغربال، فيجب اعادة معالجتها من جديد باذابتها في الماء وعجنها وتخفيفها وطحنها وغربلتها.

٩ - يتم تخفيف الحبيبات الناتجة والتي مرت عبر الغربال على درجة حرارة الوسط او الغرفة لعدة ساعات.

١٠ - بعد انتهاء هذه العمليات تتم تعبئتها في اوعية حسب الوزن والحجم المطلوبين.

ملاحظة: يمكن استبدال نترات البوتاسيوم بنترات الصوديوم في حالة عدم توفر الاولى، الا انه يجب الاخذ بعين الاعتبار ان البارود الاسود الناتج من ذلك يمتص رطوبة الجو بشكل كبير. لذلك يجب العناية والاحتياط لعزله عن الرطوبة. كما نلاحظ ايضا في البارود الاسود، كلما كان حجم الحبيبات اقل (نعومتها اكثر) كلما كانت سرعة الاشتعال اعلى.

الاستعمال وتحضير العبوات:

هناك نوعان من العبوات لتحضيرها يدويا:

١ - القنابل ذات الشظايا

يمكن استعمال انبوب من البرونز او النحاس او الرصاص قياس ٣ - ٨ انش طولاً ذو قطر من

١ - ٢ انش، ولا يستحسن استعمال الحديد او الفولاذ وذلك لانها قد تنشطر انشطارا فقط دون ان تعطي شظايا بسبب ضعف وزدانة مواصفات المواد المحضرة يدويا.
يتم تغطية احد اطراف الانبوب بواسطة سدادة مسننة او بتلحيمها بقطعة معدنية وذلك قبل ادخال المواد فيه . وبعد ذلك تضاف المواد.

٢ - عبوات الحفر

توضع كميات كبيرة من البارود الاسود او من الخلائط المذكورة سابقا في علب كبيرة الحجم او في صناديق خشبية كبيرة وعزلها عزلا جيدا عن الرطوبة . مع ملاحظة ان استعمال كمية كبيرة من المواد المتفجرة تجعل جدار التغليف غير مقاوم للانفجار، ولا تحصل شظايا نتيجة لذلك، لهذا السبب يجب تغطية هذا الجدار وتقويته حتى يعطي قوة انفجار عالية نتيجة الضغط العالي ومقاومة الغلاف المقوى.

تحضير الفتيل البطيء يدويا :

عندما لا يتوفر الفتيل البطيء او فتيل الاشعال، فيمكن صنعه يدويا :

١ - المواد المطلوبة :

- نترات البوتاسيوم (محلول بتركيز ٢٥٪).

- خيط قطني سميك او رباط احذية .

٢ - طريقة التحضير :

أ - يتم غسل الرباط او الخيط القطني في ماء حار بالصابون لازالة الدهون والزيوت والانساخ . . . ثم بالماء البارد.

ب - يوضع الرباط في محلول نترات البوتاسيوم المغلي ويترك لفترة ثلاثين دقيقة للتشبع مع تحريك المحلول بين فترة واخرى لازالة الفقاعات الهوائية .

ج - يعلق الرباط او الخيط لتجفيفه . ، ويمكن تجفيفه في فرن دافئ لمدة (٤) ساعات .

ملاحظة : يمكن استبدال نترات البوتاسيوم في حالة عدم توفرها بزيادة كلورات البوتاسيوم . الا ان وقت الاشتعال يكون غير منتظم وسرعته غير متساوية .

وتكون الاضافة باخذ ملعقتي شاي من هذه المواد ثم تذاب في فنجان من الماء المغلي وبحرك ويبقى ساخنا لفترة عشرين دقيقة الى ان تذوب المادة كليا، ثم تتبع الخطوات السابقة لتحضير الفتيل .

٣ - مواصفات الفتيل السابق

ان هذا الفتيل بطيء الاشتعال (من ١ - ٢ دقيقة لكل ١ قدم) . واذا كانت السرعة اكثر من ذلك فيجب تجفيف محلول نترات البوتاسيوم . وهو يشتعل ايضا بدون لهب قوي .

استعمال الفتيل

يوضع بشكل مستقيم او منحني اذا كان الفتيل طويلا جدا ، عندئذ يمكن ربطه بعقد عادية ، ولكن يجب ألا يحمل كثيرا حتى لا تسقط مادة النترات منه .

اذا تم استعماله في الليل ، فان اشتعاله يكون مكشوفاً ويمكن مشاهدته عن بعد ، فاذا ما اردنا ان لا يشاهده احد وهو يشتعل كي لا يكتشفه العدو فانه يوضع في انبوب من القصب المجوف . ويمكن جعله مقاوما للرطوبة باستعمال مادة الكولوديون وهي مادة تستعمل طبيا في الصناعة (كالتصوير والاسمنت والجلد الصناعي) وهذا يتم فقط للفتيل المعمول من نترات البوتاسيوم الذي بعد تحضيره وتحفيفه ، يوضع في محلول الكولودين .

اذا لم يتوفر هذا الفتيل او يكون استعماله غير ملائم في ظرف ما ولسبب ما فيمكن استبداله بالبارود الاسود او الورق الناعم الملفوف او بقمش مغمس بالزيت وكذلك باستعمال السجائر او الشمع . . . الخ من المواد القابلة للاشتعال البطيء .

وسوف نتحدث الآن عن تحضير بعض المواد المتفجرة والخلائط المتفجرة بطرق شعبية .

١ - تحضير القطن البارودي (او النير وسيليلوز) .

المتطلبات :

- قطن - حامض نيتريك تركيز ٦٥٪ - حامض كبريتيك تركيز ٧٠٪
- ماء - وعائين زجاجيين او من الالومنيوم مختلفة القياس
- مجفف شعر في حالة توفره .

طريقة التحضير :

نضع ماء باردا وثلجا في الوعاء الكبير ثم نضع المزيج الحامضي في الوعاء الصغير ، حيث نضيف حامض الكبريتيك فوق حامض النيتريك تدريجيا مع التبريد ، وبعد الانتهاء من خلط الاحماض نغمس القطن فيها وتكون النسب كما يلي :

حامض نيتريك ٢٠٪

حامض كبريتيك ٧٠٪

ماء ١٠٪

قطن ١ - ٣ اجزاء من كمية حامض النيتريك .

فترة غمس القطن من ٥ - ١٠ دقائق ، ثم نخرجه بعدها ونتركه في وعاء لفترة ٦ - ٨ ساعات ليكتمل التفاعل . مع الحذر الشديد بان لا تصله رطوبة او ماء في هذه المرحلة حتى لا يشتعل .

يغسل القطن الناتج للتخلص من الاحماض العالقة بين اليافه وذلك بغليه في الماء اولا

ثم الماء الذي يحتوي على كربونات الصوديوم (الصودا) بنسبة ٥٪ ثانياً. تعاد العملية عدة مرات، ثم تجفف بواسطة مجفف الشعز أو بواسطة الشمس المباشرة.
عندما يكون جافاً فإنه يكون خطير جداً، ويجب ألا يلامس المعادن، وعادةً يحفظ رطياً للتخزين أو يعالج مع مواد لتحويله إلى ديناميت أو حشوات دافعة... الخ.

٢ - تحضير فولمات الزئبق

المواد المطلوبة:

- زئبق (١٠ غم)
- كحول (إيثانول)
- قطعة قماش بيضاء للترشيح
- حامض نيتريك ٦٥٪
- أوعية زجاجية
- سبرنجة أو مضخة أطفال
- لقياس الحجم

طريقة التحضير

- نضع الزئبق في وعاء زجاجي حجم (١) لتر. (١٠ غم).
- نضيف إليه حامض النيتريك (١٠٠ ميليلترات) ونحركه جيداً إلى أن يذوب الزئبق اذابة تامة، ونلاحظ ذلك باختفاء اللون الفضي اللامع للزئبق وإذا لم يخف هذا اللون فيجب أن نضيف كمية قليلة من حامض النيتريك.
- نسكب فوق المحلول هذا كمية ١٠٠ ميليمتر من الكحول الإيثيلي (سبرنو). ونتركه لفترة فيبدأ بالغليان الشديد مع ظهور أبخرة بنية اللون لأكاسيد النيتروجين ثم يترسب فولمات الزئبق عند انتهاء الغليان.
- نسكب المحلول فوق قطعة القماش للترشيح وفصل فولمات الزئبق عن المحلول.
- نغسل فولمات الزئبق عدة مرات بالماء للتخلص من بقايا الحامض.
- إن مادة فولمات الزئبق حساسة جداً للاحتكاك وللهب وهي مادة قوية الانفجار، لو أنها رمادي، تستعمل في صناعة الصواعق والكبسولات.
- في حالة عدم توفر الزئبق فإننا نستبدله بالفضة ونتبع نفس الخطوات للحصول على فولمات الفضة.

٣ - تحضير بيروكسيد الأميتون

المتطلبات:

- أميتون
- بيروكسيد الهيدروجين (متوفر في الصيدليات بشكل مخفف ٤٪)
- حامض نيتريك (ويمكن استبداله بحامض السيتريك أو ملح الليمون).
- أوعية زجاجية أو معدنية
- قطعة قماش بيضاء للترشيح

طريقة التحضير:

- نضع في وعاء كمية ١٠٠ ميليمتر من ماء الاوكسجين (بير وكسيد الهيدروجين).
- نضع في وعاء آخر كمية ١٠٠ ميليمترا من الاسيتون.
- نضيف عليها محلولاً من حامض النيتريك او من حامض السيتريك (ملح الليمون وذلك عشرة غرامات من ملح الليمون مذابة في ١٠٠ ميليمتر من الماء).
- نخلط المحلولين الاولين مع بعضهما بعضاً ثم نضيف اليهما المحلول الثالث، ونتركه حتى يكتمل التفاعل ويظهر راسب ابيض اللون ونقي.
- نلاحظ ان سرعة التفاعل تزداد بازدياد درجة حرارة الجو.
- نسكب المحلول فوق قطعة القماش للحصول على بير وكسيد الاسيتون مفصولاً عن بقية المحاصيل ويغسل للتخلص من الاحماض ويترك ليجف.
- انه مادة بيضاء سريعة الاشتعال. واذا اشتعلت في جو مغلق فانها تنفجر بقوة وعنف. لذا يمكن استخدامها كصاعق او في تحضير العبوات الشعبية. الا ان من عيوبها عدم ثباتيتها وقابليتها للتبخر والتسامي. ولهذا السبب يجب استخدامها مباشرة بعد التحضير.
- وفيما يتعلق بانواع الديناميت وتركيبه وتصنيعه فقد تحدثنا عنه مفصلاً في الفصل الاول من الجزء الاول من هذا الكتاب تحت باب المتفجرات. وفي اجزاء قادمة سوف نتحدث عن تحضير خلائط شعبية حارقة وعن عبوات شعبية ووسائل تشريك.

١ - عبوة الاوكسجين السائل المتفجرة:

يعتمد مبدأ هذه العبوة على شقين:

- أ - الوقود: يجب أن تكون له خاصية امتصاص أضعاف وزنه من الاوكسجين السائل، كالقحم النباتي، والسخام الاسود الموجود في المدافئ وأنابيب الاحتراق حيث يتراكم فيها، ومن المصابيح الزيتية، وطحين لب الخشب، وغيرها من المواد كالنشا.
- ب - الاوكسجين السائل: بعد اختيار المادة من الوقود، يتم وضعها داخل خراطيش من الورق او القماش، ثم تنقع في الاوكسجين السائل وتصبح بعدها جاهزة للاستعمال. يجب استعمالها بعد فترة ١٥ - ٢٠ دقيقة من التحضير حتى تفقد الاوكسجين السائل بالتبخر. يمكن وضعها داخل اسطوانات معدنية مغلقة، فتصبح كالقنبلة اليدوية، يتم تفجيرها بواسطة صاعق أو فتيل متفجر.

ونورد جدولاً يبين تركيبات بعض هذه المواد ومواصفاتها:

١ - السخام الاسود ٣٨ غم	الى ٢٢٥ غم أوكسجين سائل	سرعة موجة
الانفجار ٤٢٠٠ م/ث		
٢ - السخام الاسود ٥٧ غم	الى ٢٣٠ غم أوكسجين سائل	سرعة موجة
الانفجار ٥٠٠٠ م/ث		

٣ - الغاز الأسود (الديزل) ٦٥ غم الى ٢٢٥ غم أوكسيم سائل سرعة موجة الانفجار ٥٠٠٠ م/ث

٤ - ٤٦ غم طحين لب الخشب الى ٢٨ غم طين كيسل الى ١٩٣ أوكسجين سائل سرعة موجة الانفجار ٤١٨٠ م/ث

٥ - ٤٩ غم طحين لب الخشب الى ١٢ غم سخام أسود الى ٢١٦ أوكسجين سائل سرعة موجة الانفجار ٣٣٥٠ م/ث

٦ - ٥٨ غم طحين لب الخشب الى ٧,٣ غم كيرسين (كان) الى ١٦٧ أوكسجين سائل سرعة موجة الانفجار ٤٦٦٠ م/ث

٧ - ٣٣ غم مازوت + ٤٩ كربونات مغنيزيوم + ٢١٨ غم أوكسجين سائل سرعة موجة الانفجار ٥٢٠٠ م/ث.

٢ - فولنات الفضة :

نظراً لنقص أو انعدام الزئبق للتداول في الأرض المحتلة، فإنه من الممكن استبداله بالفضة لتحضير فولنات الفضة شديدة الانفجار والحساسية والتي يمكن استخدامها لعمل صواعق قوية وفعالة، مع ملاحظة أن فولنات الفضة مادة حساسة جداً للانفجار، ويجب التعامل معها بكل حذر شديد.

طريقة التحضير :

أ - يوضع (١) غم من الفضة في دورق زجاجي ثم يضاف اليه خليط مكون من ٨,٥ غم من حامض النيتريت المركز (كثافة ١,٤٢ غم/سم ٣) و ١,٢ غم من الماء المسخن الى درجة حرارة ٩٠ - ٩٥ م. ثم يترك على درجة حرارة الغرفة الى أن تذوب الفضة كاملة.

ب - يضاف المحلول الناتج بعد أن أصبح على درجة حرارة ٦٠ م الى دورق كروي من الزجاج حجمه ١٥٠ ميليلتر، ويحوى بداخله كمية ١٢,٢٥ غراماً، من الكحول الايثيلي بتركيز ٩٥٪.

ج - يوضع الدورق الكروي في حوض أو وعاء بحيث يمكن تغذية هذا الحوض أو الوعاء بالماء البارد والماء الحار، وذلك للمحافظة على درجة حرارة ٦٠ م، فإذا ارتفعت الحرارة تضيف الماء البارد، وإذا انخفضت تضيف الماء الحار، كما يضاف الماء البارد في حالة حدوث غازات بنية اللون.

د - عند انتهاء التفاعل (بعد ٢٠ دقيقة) فان فولنات الفضة يكون قد ترسب وبشكل كامل.

هـ - يتم ترشيحه وغسله بالماء البارد، والذي يحتوي على جزء من كربونات الصوديوم، وعند جفافه بعد الترشيح والغسل يكون جاهزاً للاستعمال.

اولا : طريقة تحضير مادة الـ HMTD

- ١ - تزن ١٤ جرام من مادة الهكسامين (عبارة عن نوع من الادوية) وفي حالة عدم توافرها يمكن تحضيرها.
- ٢ - تجهز من مادة فوق الهيدروجين (بير وكسيد الهيدروجين) سائل ماء الاكسجين الذي يستعمل للتطهير حوالي ٣٢ مل الى ٣٥ مل ذات التركيز ٣٠٪ أو ٤٨ مل الى ٥٠ مل ذات التركيز ٢٠٪.
- ٣ - تذيب مادة الهكسامين في المحلول السابق في كوب محاط بالثلج عند درجة صفر (٠م) (Zero C) يفضل ان يوضع (ماء الاكسجين) في الثلاجة حتى يتجمد ثم تذاب فيه المادة المذكورة في الخطوة (١) مع التحريك المستمر.
- ٤ - بعد تمام الذوبان الذي يكون عادة سريعا نضيف ٢١ غم من حامض الليمون (أو عصير الليمون الطبيعي) مع محاولة بقاء الحرارة صفر دائما.
- ٥ - نستمر في التحريك مدة ثلاث ساعات مع بقاء الحرارة منخفضة.
- ٦ - بعد ذلك نترك الخليط الناتج مدة ساعتين في درجة حرارة الغرفة، حيث يتكون راسب ابيض (بشكل الدقيق) ثم يمكن غسله بالماء والكحول وترشيحه ليستخدم كمادة متفجرة.
- ٧ - في الوزن السابق المستخدم نحصل على وزن تقريبي ما بين (٦) الى (٧) غراسات لا أكثر.

ملحوظة :

أهمية درجة الحرارة عند الصفر هو الحصول على أكبر كمية من الراسب الناشئ، فكلما ارتفعت درجة الحرارة قل الراسب المتكون وعليه فان وفرة مادة الهكسامين تحدد التحكم في الحرارة.

ثانيا : طريقة تحضير الغاز السام (الفوسجين) :

- أ - يمكن الحصول على الكلوروفورم اما من المستشفيات او بالتحضير، ففي حالة توافره في المستشفى يتم العمل كالآتي :
نملا وعاء زجاجيا بأي كمية مناسبة ثم نقوم بالقاء هذه الزجاجة امام العدو لتتكسر عندئذ يتكون مع وجود ضوء الشمس الغاز السام الذي يمنع اقتراب العدو من الشخص الذي ألقي الزجاجة ويتم هذه العملية بكثرة في الشوارع الضيقة والأزقة.
- ب - في حالة توافر الكلوروفورم Bleaching Powder
ناخذ ١٠٠ غم من بودرة التنظيف ملايس (Cacociz2) كالسيوم هيبوكلوريت وهي متوفرة في الاسواق ثم نذيبها في حوالي ١٠٠ مل ماء عاديا ثم نضاعف الماء الى ٨٠٠ مل

(أقل من لتر) بعد ذلك تضيف لهذا المحلول ٤٠ مل من الاسيتون او الميثانول (سبرتي) بعد دقائق يبدأ التفاعل ويخرج الكلوروفورم ، ويحبذ وجود الاناء في الشمس حتى يزداد خروج الكلوروفورم ، كما أن وجود الاناء المذكور في مكان دافئ (بجوار ثلاجة) فان الكلوروفورم يخرج ايضا ، وعند تعرضه للهواء الطلق او العادي يتكون الغاز السام .

ثالثا : طريقة الاشعال الذاتي :

تسم هذه الطريقة اما باستخدام بودرة التنظيف تبييض الملابس Bleaching Powder Cacociz وهي موجودة بكثرة في الداخل ، واما باستخدام أكسيد المنغنيز (Mn O2) أو باستخدام برمنجنات البوتاسيوم (K Mn O4) (الدواء الازرق) هذه المواد الثلاث اذا اضيف الى احدها حمض الهيدروكلوريك (حمض الكلور ، ويفضل المركز فاننا نحصل على غاز الكلور الذي ينشط جدا ، وهذا الغاز اذا مرر على ورقة اوقماش او خلافة مبلل بزيت التربنتين (التر) الموضوع في الشمس فانه يشتعل ذاتيا .

فمثلا : اذا وضع اناء زجاجي به بودرة التنظيف المذكورة مع حمض الكلور داخل اطار سيارة (فارغ) فان الغاز يتصاعد ويكثف ثم اذا رمينا على هذا الاطار زجاجة من زيت التربنتين (التر) أو كيس نايلون به هذا السائل بحيث يسيل السائل (التر) على هذا الاطار فان الاشتعال يتم .

يمكن التحكم في المقادير حسب الحاجة وكما يرغب المستخدم ، فقد نستخدم ١/٢ لتر او اقل من الحامض مع ١٥٠ الى ٢٥٠ غم من المواد الثلاثة المذكورة انفا . اما التتر فيمكن وضعه في أي اناء يمكن كسره او سكبه المحلول منه .

بالطبع يمكن للمستخدم اختيار الطريقة التي تناسبه في استخدام هذه المواد لاشعال اي هدف يرغب في اشعاله .

رابعا : طريقة التفجير الذاتي (طريقة المحلول الفضي) :

• المواد المستخدمة :

يمكن التحكم في الناتج حسب الوزن الموضوع (أو المستخدم) وذلك بناء على النسب التالية :

١ - جزء من أكسيد الفضة (في حال عدم وجود نترات الفضة) أو فضة (مثل خاتم الفضة . . .) تستعمل في العمليات الجراحية .

٢ - جزء من محلول النشادر (بفضل التركيز المعروف ٢٧٪) .

٣ - أجزاء من هيدروكسيد الصوديوم (الصوداء الكاوية) تركيز ٥٠٪ .

• الطريقة :

نذيب أكسيد الفضة ونترات الفضة في محلول النشادر (الذي تتم فيه الاذابة بسرعة عالية).

نضيف الى المحلول السابق محلول الصوداء الكاوية ثم نحرك تحريكا خفيفا حتى يتم الامتزاج النهائي .

نترك الخليط حتى يتكون راسب على جدار الاناء وراسب اخر في القاع .
لاحظ ان التحضير يتم في مكان غير مشمس نظرا لحساسية المواد المتكونة .
يجب الانتباه أن الناتج بعد مرور أربعة وعشرين ساعة من بداية التفاعل يكون شديد الخطورة والتفاعل والحساسية ، لهذا يجب أن يتم العمل خلال ساعتين لا أكثر أي بمجرد الحصول على الراسب الذي يظهر بوضوح .

ملحوظة هامة جدا :

عند استخدام المادة المحضرة السابقة يجب عدم لمسها باليد اطلاقا بل ان الاستخدام يتم بوضع الاناء الذي يتم فيه التحضير بجوار مواد عالية التفجير مثل RDX أو T.N.T أو غيرها كالمادة في هذا الملف (HMTD)

عندما تتعرض هذه المواد مجمعة للشمس يتم الانفجار أو عندما يلقي بحجر على الزجاجية المحتوية على المادة المحضرة أو بمرور سيارة أو شخص أو حيث يتم الانفجار بشدة .

وعلى سبيل المثال فان وزن ٢ غم من المادة المحضرة كافية لتفجير قالب يساوي ٢٥٠ غم وزنا .

أما اذا كانت الاصابة بهادة الايبريت ($C_4H_8Cl_2$)، ونظرا لأنها بطيئة التأثير على جسم الانسان، فيمكن ازلتها عن الجلد بغسله بواسطة النفط لبضع دقائق لكون النفط يذيب هذه المادة. كما ان هذه المادة تتحد مع بيرمنغنات البوتاسيوم والكلس، فيبطل مفعولها التسممي، لذلك نستخدم هاتين المادتين في تطهير الاماكن والاليات الملوثة بها.

وللوقاية من مواد الاعصاب مثل النابون والزارين، فانه يتم حقن الجسم بهادة اليود ميثيلات ألفا التي تشكل جدارا واقيا في الجسم من هذه المواد.

ويجب اعادة التأكيد بأن العلاج الطبي محدود الفعالية في انقاذ حياة المصاب. لذلك يجب التركيز على اتخاذ الاجراءات الوقائية لمنع الاصابة والتدريب عليها تدريباً جيداً. وكذلك توجيه السكان المدنيين في حالات الاخلاء حتى لا يصابوا بالرعب والفوضى فتكون احتمالات الاصابة كبيرة جدا، وبالتالي الخسائر البشرية.